COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =
= ISO 14001 =
= ISO 45001 =

COMMITTENTE:	PROGETTO:
INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 4 S.R.L *Via del bosco rinnovato, 6* *20057 Assago (MI)*	***Progettazione nuovo Data Center Vellezzo Bellini*** *Località Giovenzano* *Alzaia Naviglio Pavese snc* **27010 Vellezzo Bellini (Pavia)**

Valutazione di Impatto Ambientale D.Lgs.152/06 e s.m.i. ai sensi del punto 2 allegato II del D.Lgs. 152/06
Studio di impatto viabilistico

BON.2020.CLI.220	*agosto 2024*	*Prima emissione*	*V. Curti*	*L. Pessina*	*P. Mauri*
COMMESSA	*DATA*	*REV*	*REDATTO*	*VERIFICATO*	*APPROVATO*

ambiente s.p.a.
consulenza & ingegneria
esperienza per l'ambiente

Sede di Milano
via Tibullo 2 – 20151 Milano
Tel. 0245473370
Fax. 0245473371

Web page: www.ambientesc.it

Altre sedi principali
Carrara (sede legale e operativa) Via Frassina, 21 - 54033 Carrara (MS) Tel. 0585/855624 - Fax. 0585/855617
Firenze Via di Soffiano, 15 - 50143 Firenze (FI) - Te 055/7134442
Roma Via L. Robecchi Brichetti, 6 - 00154 Roma (RM)
Taranto Via Matera, km 598/I - 74014 Laterza (TA) - I

Danilo Ebalginelli
19.09.2024 11:49:38 GMT+02:00

Premessa

Con il presente documento, ***Ambiente spa*** ha eseguito il mandato affidatole da **INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 4 S.R.L.** con la diligenza richiesta.

Le elaborazioni ed i risultati illustrati nel presente documento, sono stati ottenuti ottemperando le normative vigenti e le regole riconosciute nel settore di operatività e sono basati sullo stato delle conoscenze all'atto di stesura del rapporto.

In riferimento a ciò Ambiente spa ha proceduto alla predisposizione della presente documentazione richiesta secondo le informazioni e le specifiche fornite dalla Committenza, la quale pertanto si assume ogni qualsivoglia responsabilità in ordine alla veridicità e correttezza delle stesse.

A tal fine, ***Ambiente spa***considera che:

- il committente, o i terzi da lui designati, hanno fornito tutte le informazioni corrette ed i documenti completi per l'esecuzione del mandato;
- il presente documento non verrà utilizzato in modo parziale;
- le elaborazioni ed i risultati conseguiti presenti nel seguente documento non verranno utilizzati per uno scopo diverso da quello convenuto o per altro oggetto, né saranno trasposti a circostanze modificate, senza essere stati riesaminati;
- nel presente documento con il termine "Committente" si intende la società INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 4 S.R.L. che ha incaricato Ambiente spa per la redazione del presente documento.

INDICE

1) PREMESSA 6
2) METODI 8
2.1) LIVELLI DI SERVIZIO SU INTERSEZIONI A RASO LIBERE 8
2.2) TEMPI DI RITARDO E LIVELLI DI SERVIZIO PER INTERSEZIONI A RASO SEMAFORIZZATE 10
2.3) TEMPI DI RITARDO E LIVELLI DI SERVIZIO PER INTERSEZIONI A ROTATORIA 11
2.4) LIVELLI DI SERVIZIO SU TRATTE STRADALI 13
3) LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO 19
4) QUANTIFICAZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA 22
4.1) DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE 22
4.2) DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA IN FASE DI ESERCIZIO 22
5) INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE 24
6) INTERFERENZE IN FASE DI ESERCIZIO 29
6.1) DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA 29
6.2) DELIMITAZIONE DELL'AREA DI ANALISI 31
6.3) DOMANDA DI TRASPORTO ATTUALE 33
6.4) CALCOLO DEI LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO 37
6.4.1) SS 35 Tratto Nord 37
6.4.2) Intersezione a Rotatoria SS 35 – Direttrice Giussago 38
6.4.3) Intersezione libera a raso SS 35 – via Ostreriette 40
6.4.4) SS 35 Tratto centrale 42
6.4.5) Intersezione libera a raso SS 35 – via Camussone 44
6.4.6) SS 35 tratto Sud 45
6.4.7) Intersezione a raso 4 rami via Milano – direttrice Giussago 47
7) CONCLUSIONI 49

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: localizzazione dell'area di intervento (fonte: Geoportale Regione Lombardia)..... 19
Figura 2: area di intervento e asse SS 35 (fonte: Geoportale Regione Lombardia) 20
Figura 3: intersezione a rotatoria ss 35 Località Nivolto (fonte: GoogleMaps)..... 20
Figura 4: intersezione SS 35 – via Osteriette (fonte: Geoportale Regione Lombardia)..... 21
Figura 5. Intersezione SS35 – via Camussone (fontr: Geoportale Regione Lombardia)..... 21
Figura 6: percorso conferimento impianto di recupero lungo la SP 40 (fonte: GoogleMaps) 24
Figura 7: percorso conferimento impianto di recupero lungo la rete Autostradale (fonte: GoogleMaps) 25
Figura 8: percorso conferimento in discarica "Recupera" – Montichiari (BS) (fonte: GoogleMaps)..... 26
Figura 9: percorso conferimento in discarica "Genesi" – Paderno Franciacorta (BS) (fonte: GoogleMaps) .. 26
Figura 10: percorso conferimento in discarica "ICES" –Arena Po (PV) (fonte: GoogleMaps) 27
Figura 11: percorso conferimento in discarica "Ghisalba" – Ghisalba (BG) (fonte: GoogleMaps)..... 27
Figura 12: distribuzione dell'indotto lungo le direttrici di traffico 30
Figura 13: Elementi di rete verificati durante le analisi quantitative 32
Figura 14: domanda di trasporto utilizzata durante le fasi di verifica 36

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: livelli di servizio su intersezioni a raso libere 9
Tabella 2: Livelli di Servizio su intersezioni semaforizzate..... 11
Tabella 3: Livelli di servizio nelle intersezioni a rotatoria in funzione delle code e delle attese 12
Tabella 4: fattore correttivo per larghezza corsia e banchina..... 14
Tabella 5: fattore correttivo per numero di accessi a raso 14
Tabella 6: fattore correttivo per pendenza media della strada 15
Tabella 7: fattore correttivo per parte di strada con divieto di sorpasso..... 16
Tabella 8:fattore correttivo per la parte in cui è impedito il sorpasso e per la distribuzione del traffico nelle due direzioni 17
Tabella 9: livelli di servizio per strade a carreggiata unica 17
Tabella 10: Livelli di Servizio su tratte stradali con carreggiata unica 18
Tabella 11: flusso giornaliero in direzione Nord 33
Tabella 12: flusso giornaliero in direzione Sud..... 34
Tabella 13: LOS sezione SS 35 Nord – Stato di Fatto 37
Tabella 14: LOS sezione SS 35 Nord – Stato di Progetto..... 38
Tabella 15: rapporti flusso/capacità rotatoria SS 35 Nord nello stato di fatto 39
Tabella 16: rapporti flusso/capacità rotatoria SS 35 Nord nello stato di progetto 40
Tabella 17: confronto rapporti flusso/capacità per i rami della rotatoria nello stato di fatto e di progetto 40
Tabella 18: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Osteriette - Stato di Fatto 41
Tabella 19: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Osteriette - Stato di Progetto 42
Tabella 20: LOS sezione SS 35 centrale – Stato di Fatto 43

Tabella 21: LOS sezione SS 35 centrale – Stato di Progetto 43
Tabella 22: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Camussone - Stato di Fatto 44
Tabella 23: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Camussone - Stato di Progetto 45
Tabella 24: LOS sezione SS 35 Sud – Stato di Fatto 46
Tabella 25: LOS sezione SS 35 Sud – Stato di Progetto 46
Tabella 26: HCM Intersezioni libere a quattro rami – Via Milano – dir. Giussago – Stato di Fatto 48
Tabella 27: HCM Intersezioni libere a quattro rami – Via Milano – dir. Giussago – Scenario di Progetto 48
Tabella 28: confronto dei Livelli Operativi di Servizio nello stato di fatto e nello scenario di progetto 50

1) PREMESSA

Lo Studio di Traffico presentato nelle pagine seguenti affronta il tema dell'impatto viabilistico derivante dall'insediamento di un nuovo Data Center all'altezza della Località Giovenzano sul territorio del Comune di Velezzo Bellini (PV).

In funzione delle prescrizioni ricevute dagli Uffici competenti della Provincia di Pavia in cui si leggeva:

1. *"Considerato che dallo S.I.A. si evince che, nella sola fase di cantierizzazione degli edifici "MIL L4.A1" e "MIL L4.B", è previsto lo scavo di ca. 32.000 mc di terreno di cui ca. 19.000 mc allontanati dal sito di produzione; si chiede, pertanto, di produrre specifico studio viabilistico in cui siano individuati i flussi di traffico dei mezzi in uscita ed in entrata dal cantiere, precisandone la quantità (in entrata e in uscita");*
2. *"Considerato che il traffico dei mezzi in entrata e in uscita, si svilupperà lungo la strada privata che collega il Data Center alla SP n. 27 "Giussago-S. Genesio con dir. per Borgarello e Nivolto" e, verosimilmente sulla SPexSS n. 35 "Dei Giovi", tale studio risulta necessario per effettuare una verifica della compatibilità viabilistica delle strade provinciali che verranno interessate, vista la natura e lo stato delle strade medesime, nonché l'eventuale presenza di centri abitati sui percorsi individuati".*

Lo studio è stato suddiviso in due grandi capitoli relativi:

1. Verifica dell'impatto sulla viabilità in fase di cantierizzazione;
2. Verifica dell'impatto sulla viabilità in fase di esercizio.

Per il primo punto, isolate le principali attività di cantiere influenti sulla viabilità (*movimenti terra*), sono stati verificati percorsi e frequenze dei mezzi d'opera impegnati in rapporto alla domanda di trasporto che coinvolge la viabilità pubblica.

Per il secondo punto le verifiche di compatibilità sono state condotte secondo il seguente schema:

- stima della domanda di trasporto indotta in fase di esercizio dovuta al nuovo Data Center (*definizione del "peso" della componente traffico dell'intervento*);
- distribuzione della domanda di trasporto indotta sulla rete viaria mediante assegnazione dei veicoli aggiuntivi sul grafo di rete significativo;
- calcolo dei Livelli Operativi di Servizio (L.d.S.) dei singoli elementi di rete (nodi e archi) per la verifica delle prestazioni sia nello stato di fatto (T0), sia nello scenario di progetto (T1).

Le precedenti fasi hanno richiesto:

- in fase di cantierizzazione la definizione delle quantità, delle frequenze e dei percorsi di conferimento dei materiali da e per il cantiere;
- in fase di esercizio la definizione dei flussi aggiuntivi stimati (domanda di trasporto indotta) sui singoli elementi di rete (nodi e archi), il calcolo dei rapporti Flusso/Capacità (LdS) sia per lo scenario T0, sia per lo scenario T1.

Le prestazioni dei singoli elementi di rete (Archi e Nodi) sono state analizzate facendo ricorso:

- Ai modelli proposti nell'Highway Capacity Manual per sezioni stradali rettilinee e per intersezioni a raso libere;
- Ai modelli di calcolo delle riserve di capacità e dei tempi di ritardo su intersezioni a rotatoria SETRA-CETUR proposti, ad esempio, in Programme de calcul de capacite ses carrefour giratoires.
- Ai modelli di "ciclo ottimo" (HCM) e dei "tempi di ritardo" (Webster) su intersezioni semaforizzate proposti, ad esempio, da F.W. Webster in "Traffic Signals Settings".

2) METODI

L'analisi delle prestazioni delle diverse componenti del sistema viario vengono sviluppate facendo riferimento a condizioni di:

- Flusso ininterrotto (tratte stradali)
- Flusso interrotto (intersezioni)

Nel caso di condizioni di flusso ininterrotto i modelli analitici utilizzati per le verifiche prestazionali sono contenuti:

- nell'Highway Capacity Manual (versioni 1985 e 2000) per la stima del Livello di Servizio (LdS) di assi stradali con condizioni di flusso ininterrotto.

mentre, per le intersezioni (flusso interrotto), si fa riferimento a specifici modelli analitici presenti in letteratura quali:

- Algoritmi e modelli di stima dei Livelli di Servizio su intersezioni a raso libere proposti, ad esempio da H.C.M.;
- Algoritmi e modelli dei tempi di ritardo su intersezioni semaforizzate proposto, ad esempio, da F.W. Webster in "Traffic Signals Settings";
- Algoritmi e modelli di calcolo delle riserve di capacità e dei tempi di ritardo su untersezioni a rotatoria proposto, ad esempio, da D.S.T.R.-Setra-Certu in Programme de calcul de capacite ses carrefour giratoires.

2.1) LIVELLI DI SERVIZIO SU INTERSEZIONI A RASO LIBERE

Il metodo adottato per la verifica dei livelli di servizio su intersezioni a raso libere mette in relazione le geometrie dell'intersezione con le manovre conflittuali e l'intervallo tra un veicolo e il successivo della corrente principale durante il quale un veicolo della corrente secondaria può effettuare la svolta.
L'intervallo critico è funzione del tipo di disciplina della circolazione adottata e delle velocità di attraversamento dell'intersezione da parte dei veicoli.
Dati i volumi di traffico, espressi in veicoli equivalenti, per ogni manovra (vl) la procedura HCM di calcolo delle capacità delle singole manovre e dei relativi LOS si sviluppa in passi successivi, in base all'ipotesi che gli intervalli liberi sul flusso principale siano utilizzati in ordine

1. Per le svolte a destra della strada secondaria (RT);
2. Per le svolte a sinistra dalla strada principale (LTM);
3. Per gli attraversamenti della strada secondaria (TH);
4. Per le svolte a sinistra dalla secondaria (LTm).

Si determinano, in funzione della geometria dell'intersezione, i volumi di traffico conflittuali per ogni manovra di svolta.

Si stabilisce il valore dell'intervallo critico per ciascuna manovra in funzione delle caratteristiche dell'intersezione facendo riferimento alla tabella seguente:

TABLE 10-1. CRITICAL GAPS t_c AND FOLLOW-UP TIMES t_f FOR PASSENGER CARS AT TWSC INTERSECTIONS

VEHICLE MANEUVER	CRITICAL GAP t_c		FOLLOW-UP TIME t_f
	TWO-LANE MAJOR ROAD	FOUR-LANE MAJOR ROAD	
Left turn, major street	4.1	4.1	2.2
Right turn, minor street	6.2	6.9	3.3
Through traffic, minor street	6.5	6.5	4.0
Left turn, minor street	7.1	7.5	3.5

In funzione del volume conflittuale e dell'intervallo critico (espresso in sec.) si ricava dall'abaco il valore della capacità potenziale per ogni singola manovra.

Per tenere conto dell'interazione delle varie svolte si introduce un fattore di impedenza, determinabile in funzione del rapporto tra flusso della i_esima manovra e la sua capacità potenziale, ottenendo la capacità della singola manovra (cm). Il valore di capacità ottenuto è valido se la manovra è canalizzata in una apposita corsia.

Nel caso in cui più manovre impegnano la medesima corsia il valore della capacità effettiva (csh) è dato dalla:

csh = (vl + vt + vr) / (vl/cml + vt/cmt + vr/cmr)

dove:

- ***csh*** = capacità
- ***vl*** = LT volume di traffico per svolta a sinistra su corsia condivisa
- ***vt*** = TH volume di traffico per attraversamenti strada secondaria
- ***vr*** = RT volume di traffico per svolta a destra dalla strada secondaria
- ***cml*** = capacità della manovra di svolta a sinistra
- ***cmt*** = capacità della manovra di attraversamento
- ***cmr*** = capacità della manovra di svolta a destra

Dalla capacità si deduce la saturazione e i tempi di ritardo per veicolo che sono riportati nella tabella seguente:

Livello di servizio	Tempo di attesa per veicolo (secondi)
A	≤ 10
B	10 ÷ 15
C	15 ÷25
D	25 ÷ 35
E	35 ÷50
F	> 50

Tabella 1: **livelli di servizio su intersezioni a raso libere**

2.2) TEMPI DI RITARDO E LIVELLI DI SERVIZIO PER INTERSEZIONI A RASO SEMAFORIZZATE

Il metodo adottato per la verifica dei livelli di servizio su intersezioni a raso semaforizzate ha comportato l'adozione di due modelli distinti:

- calcolo degli arrivi casuali ad accessi sottosaturi;
- calcolo della durata ottima del ciclo semaforico.

Il primo modello di calcolo è proposto da F.W. Webster in "***Traffic Signals Settings***", Road Research Technical Paper 39, HMSO, London. Webster propose una espressione semi-sperimentale per il ritardo subito dai veicoli nel passaggio attraverso un'intersezione semaforizzata in accessi sottosaturi. La formula proposta, verificata attraverso una lunga serie di osservazioni sul campo, si componeva di tre termini: i primi due di derivazione teorica, il terzo di derivazione puramente sperimentale e precisamente:

*w = 0,45 [(c (1-μ)**2/(1-Q/S))+(Q/(μS (μS-Q)))-0,65(c/Q**2)**1/3μ2+5y]*

dove:

w = tempo di attesa
c = durata del ciclo (reale se esiste un semaforo o 60" se l'intersezione è libera)
Q = flusso veicolare dell'arco in esame
S = flusso di saturazione dell'arco in esame
y = percentuale di verde efficace sul ciclo nella fase in esame;
μ = g/c è il rapporto tra tempo di verde disponibile per l'arco in esame e la lunghezza del ciclo (reale se esiste un semaforo o porzione percentuale del ciclo ideale di 60" se l'intersezione è libera. La percentuale di tempo di verde da dedicare all'arco dipende dalla gerarchia dell'arco in esame)

Il secondo modello adottato e mirato al calcolo della durata ottima di ciclo e degli split di fase fornisce una durata che minimizza il ritardo di tutto il traffico in arrivo sull'intersezione. L'espressione utilizzata per il calcolo del ciclo ottimo è stata la seguente:

*Co = (1,5*L+5)/(1-Y)*

dove:

Y = somma dei rapporti di flusso critici (Q/S) dell'intersezione;
L = perditempo totale per ciclo.

I tempi di verde efficace (split di fase) sono calcolati dopo aver determinato il tempo di verde totale disponibile e averlo ripartito proporzionalmente ai rapporti critici di flusso per fase, cioè:

gi = (Co-L)yi/Y

dove:

gi = tempo di verde efficace i-esima fase;
yi = rapporto di flusso critico (Qi/Si) dell'i-esima fase.

I livelli di servizio adottati sono stati:

	livello di servizio	Tempo di attesa per veicolo (secondi)
A	Avvicinamento con il verde	≤ 10
B	Cicli molto brevi	10 ÷ 20
C	Allungamento dei cicli e difficoltà di gestione del traffico	20 ÷35
D	Inizio di congestione	35 ÷ 55
E	Limite accettabile della congestione	55 ÷80
F	Verso la saturazione	> 80

Tabella 2: Livelli di Servizio su intersezioni semaforizzate

2.3) TEMPI DI RITARDO E LIVELLI DI SERVIZIO PER INTERSEZIONI A ROTATORIA

Il metodo adottato per la verifica dei livelli di servizio su intersezioni a raso disciplinate attraverso rotatoria è derivato, per il calcolo dei perditempo e degli accumuli veicolari, dal modello quantitativo elaborato in Svizzera (VSS 3/89) e in Francia (CERTU/SETRA).
Successivamente i valori ottenuto sono rapportati ai perditempo indicati da H.C.M. 2000 per i livelli di servizio. Il modello quantitativo pone in relazione i flussi in ingresso e in uscita con i flussi circolanti nell'anello e le geometrie di progetto della rotatoria. La formula generale per il calcolo della capacità di una entrata è data dalla:

$$Ce=150 - 8/9*Qg$$

Dove:

Ce = capacità dell'ingresso (veicoli/ora);
*Qg = β*Qc+α*Qs*
Qc = portata del flusso circolante nell'anello;
Qs = portata del flusso in uscita;
β = coeff. relativo alla larghezza dell'anello;
α = coeff. del flusso in uscita.

La stima dei tassi di capacità di un ingresso è data dalla:

$$Tcue = (\gamma * Qe/Ce)*100$$

Dove:

Ce = capacità dell'ingresso (veicoli/ora);
Qe = flusso in ingresso;
γ = coeff. relativo al numero di corsie in ingresso.

Mentre per il tasso di capacità dell'anello abbiamo la:

$$Tcuc = ((\gamma * Qe+8/9*Qg)/1500)*100$$

Dove:

$Qg = \beta * Qc + \alpha * Qs$

Qe = flusso in ingresso;

γ *= coeff. relativo al numero di corsie in ingresso.*

I livelli di servizio adottati sono stati riferiti alla norma Svizzera VSS N° 640-024 come descritto nella tabella successiva:

	Livello di servizio		Tempo di ritardo
	Qualità della circolazione	Formazione di code in attesa	(secondi)
A	Eccellente	Nessuna formazione di code	≤ 10
B	Buona	Formazione casuale di accodamenti	10,1÷15,0
C	Soddisfacente	Presenza temporanea di file di attesa	15,1÷25,0
D	Sufficiente	Presenza stabile di file di attesa	25,1÷45,0
E	Insufficiente	Presenza stabile di file di attesa	>45,1 (÷60,0)
F	Totalmente insufficiente	Presenza stabile di file di attesa non assorbita	>>45 (>60,0)

Tabella 3: Livelli di servizio nelle intersezioni a rotatoria in funzione delle code e delle attese

Per la valutazione quantitativa della rotatoria è stato utilizzato il software francese SETRA (Versione 4 è un software di Bernard Guichet prodotto per i centri francesi CERTU - CETE de l'Ouest – SETRA) che stima le riserve di capacità e i tempi persi per intersezioni a rotatoria con precedenza al flusso circolante sull'anello. Di seguito si riportano i movimenti di svolta e le tabelle -in francese- dei risultati della simulazione effettuata con il software. Nel rapporto vengono riassunte le caratteristiche geometriche della rotatoria in esame, la domanda di traffico utilizzata in simulazione e, in ultimo, i risultati di simulazione per ogni singolo braccio dell'intersezione. I dati essenziali dei risultati prestazionali che si ottengono dal software risultano i seguenti:

- **riserva di capacità:** rapporto tra la quantità di traffico prevista sul ramo e la capacità all'entrata del ramo stesso. Il rapporto è computato sia in valore assoluto (veicoli all'ora) sia in valore percentuale e fornisce la misura di quanti veicoli possono passare prima della formazione di attese in ingresso alla rotonda;
- **coda di attesa o lunghezza dell'accumulo:** rappresenta la quantità di veicoli in attesa di entrare nella rotonda ed è espressa come valore massimo stimato o come valore medio durante l'ora. Poiché l'arrivo dei veicoli è fortemente casuale, di fatto si potrebbero verificare attese maggiori di quelle calcolate;
- **attesa media:** espressa sia in secondi di attesa rispetto al singolo veicolo, sia nel complesso come valore medio, nell'arco di un'ora, del tempo perso da tutti i veicoli in attesa all'ingresso nella rotonda.

2.4) LIVELLI DI SERVIZIO SU TRATTE STRADALI

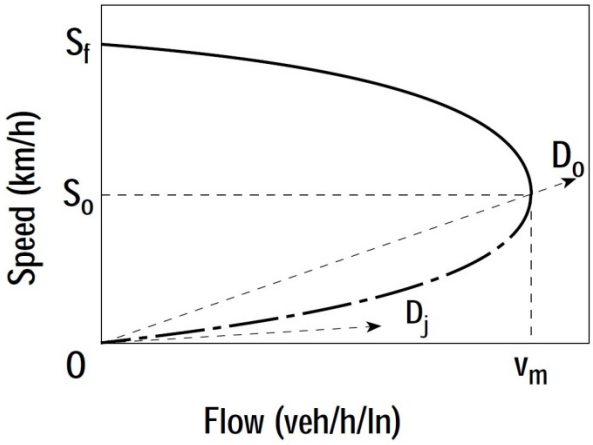
La metodologia indicata da HCM per la determinazione dei Livelli di Servizio su tratte stradali si suddivide in:

- Metodi per la determinazione dei LOS su tratte a carreggiata separata (Multilane Higway);
- Metodi per la determinazione dei LOS su tratte a carreggiata unica (Two-lane Higway).

Nella metodologia le caratteristiche del deflusso dei veicoli sono analizzate in condizioni di:

- Sottosaturazione;
- Scarico di coda;
- Sovrasaturazione.

Per condizioni di sottosaturazione il deflusso in un punto non è condizionato dalle condizioni di monte o di valle (non si verifica la presenza di onde di shock).
Per condizioni di scarico di coda il deflusso è condizionato dal verificarsi di colli di bottiglia con aumento repentino della portata e della velocità.
Per condizioni di sovrasaturazione il deflusso a monte di un collo di bottiglia o di una interruzione è influenzato dalla perturbazione e l'onda di shock si propaga risalendo la corrente.
La relazione Flusso/Velocità è del tipo:



Per tratte a carreggiata unica valgono le seguenti regole:

- Strade a carreggiata unica e doppio senso di marcia;
- Le condizioni di deflusso in una direzione sono influenzate dal flusso in entrambe le direzioni e dalle caratteristiche del tracciato (condizioni di flusso interrotto);
- Il LOS richiede l'applicazione di equazioni diverse dalle precedenti (flusso ininterrotto).

I fattori che influenzano il LOS sono:

- Possibilità di superare veicoli più lenti;
- Entità del Flusso;
- Velocità del Flusso;
- % di tempo trascorsa in attesa di effettuare un sorpasso (PTSF);

- tipologia di strada (strade principali e strade secondario).

Il meccanismo di sorpasso dipende da:

- entità e tipologia flusso opposto;
- possibilità di sorpasso (linea mediana continua);
- velocità del veicolo da superare;
- caratteristiche del tracciato.

Calcolo di FFS (Free Flow Speed):

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

dove:

BFFS = FFS di base (km/h);

f_{LS} = fattore correttivo per larghezza corsia e banchina;

f_A = fattore correttivo per presenza di accessi a raso.

Tabella 4: fattore correttivo per larghezza corsia e banchina

Tabella 5: fattore correttivo per numero di accessi a raso

Determinazione tasso di flusso Vp:

$$Vp = \frac{V}{PHF * f_{HV} * f_G}$$

dove:

V = flusso orario (veic/h);

PHF = fattore ora di punta;

f_{HV} = fattore correttivo per veicoli pesanti;

f_G = fattore correttivo per pendenza media della strada.

Il fattore f_G è determinabile con le seguenti tabelle:

Tabella 6: fattore correttivo per pendenza media della strada

Il fattore correttivo f_{HV} è determinabile con la relazione, già utilizzata:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

dove:

E_T, E_R = fattori di equivalenza;

P_T, P_R = frazione di veicoli pesanti;

Determinazione della velocità media di deflusso ATS:

$$ATS = FFS - 0.0125Vp - f_{np}$$

dove:

ATS = velocità media di deflusso per entrambe le direzioni

V_p = tasso di flusso;

FFS = velocità di flusso libero;

f_{np} = frazione di strada in cui è impedito il sorpasso;

Il coefficiente f_{np}, è ricavabile dalla seguente tabella:

Tabella 7: fattore correttivo per parte di strada con divieto di sorpasso

Determinazione del tempo speso accodati a veicoli più lenti (PTSF):

$$PTSF = BPTSF + f_{d/np}$$

dove:

PTSF = percent-time-spent following

BPTSF = valore di base di PTSF;

$f_{d/np}$ = fattore correttivo per la frazione di strada in cui è impedito il sorpasso e per la distribuzione del traffico nelle due direzioni;

Il valore di BPTSF si ricava utilizzando:

$$BPTSF = 100\left(1 - e^{-0.000879 v_p}\right)$$

Il fattore $f_{d/np}$ si ricava dalla seguente tabella:

Tabella 8:fattore correttivo per la parte in cui è impedito il sorpasso
e per la distribuzione del traffico nelle due direzioni

Con a disposizione i valori della velocità media di deflusso (ATS) e la percentuale di tempo spesa accodati (PTSF) si determina il livello di servizio del tratto di strada considerato:

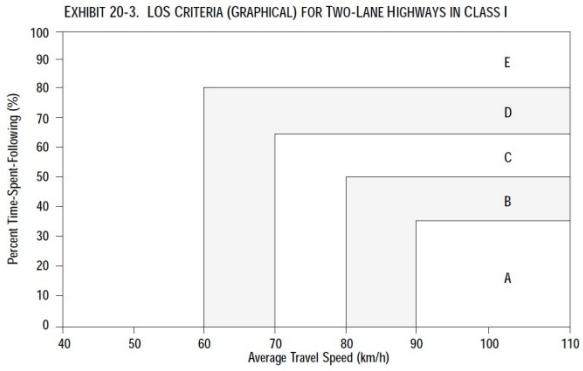


Tabella 9: livelli di servizio per strade a carreggiata unica

Riassumendo, per tratte a carreggiata unica i Livelli di Servizio possono venire stimati in funzione dei due diversi metodi di calcolo proposti da HCM 1985 e HCM 2000 e precisamente:

LIVELLI DI SERVIZIO	HCM 1985		HCM 2000	
	FLUSSO/CAP.	FLUSSO (Veic./H)	PTSF (%)	FLUSSO (Veic./H)
A	0,18	≅ 575	40	≅ 700
B	0,32	≅ 1042	60	≅ 700
C	0,52	≅ 1650	77	≅ 700
D	0,77	≅ 2450	88	≅ 700
E	>0,77	----------	>88	≅ 700

Tabella 10: Livelli di Servizio su tratte stradali con carreggiata unica

In Europa e in Italia, nel caso di tratte a carreggiata unica viene proposta, da più parti, l'adozione di alcuni adattamenti della modellistica statunitense.

Gli adattamenti sono suggeriti per meglio considerare lo specifico parco veicolare e le specifiche caratteristiche personali europee.

Ad esempio, dalla Regione Lombardia, viene suggerito per HCM 1985 di:

- Utilizzare un valore di Capacità pari a 3200 veicoli/ora e non 2800 veicoli/ora;
- Utilizzare rapporti Flussi/Capacità aumentati del 20% rispetto a quelli dell'HCM per determinare il passaggio tra Livelli di Servizio.

Per HCM 2000 viene suggerito di:

- Valutare il Livello di Servizio in funzione del solo parametro PTSF.

3) LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento è localizzata lungo la SS 35 all'altezza della Frazione Giovenzano sul territorio del Comune di Velezzo Bellini.

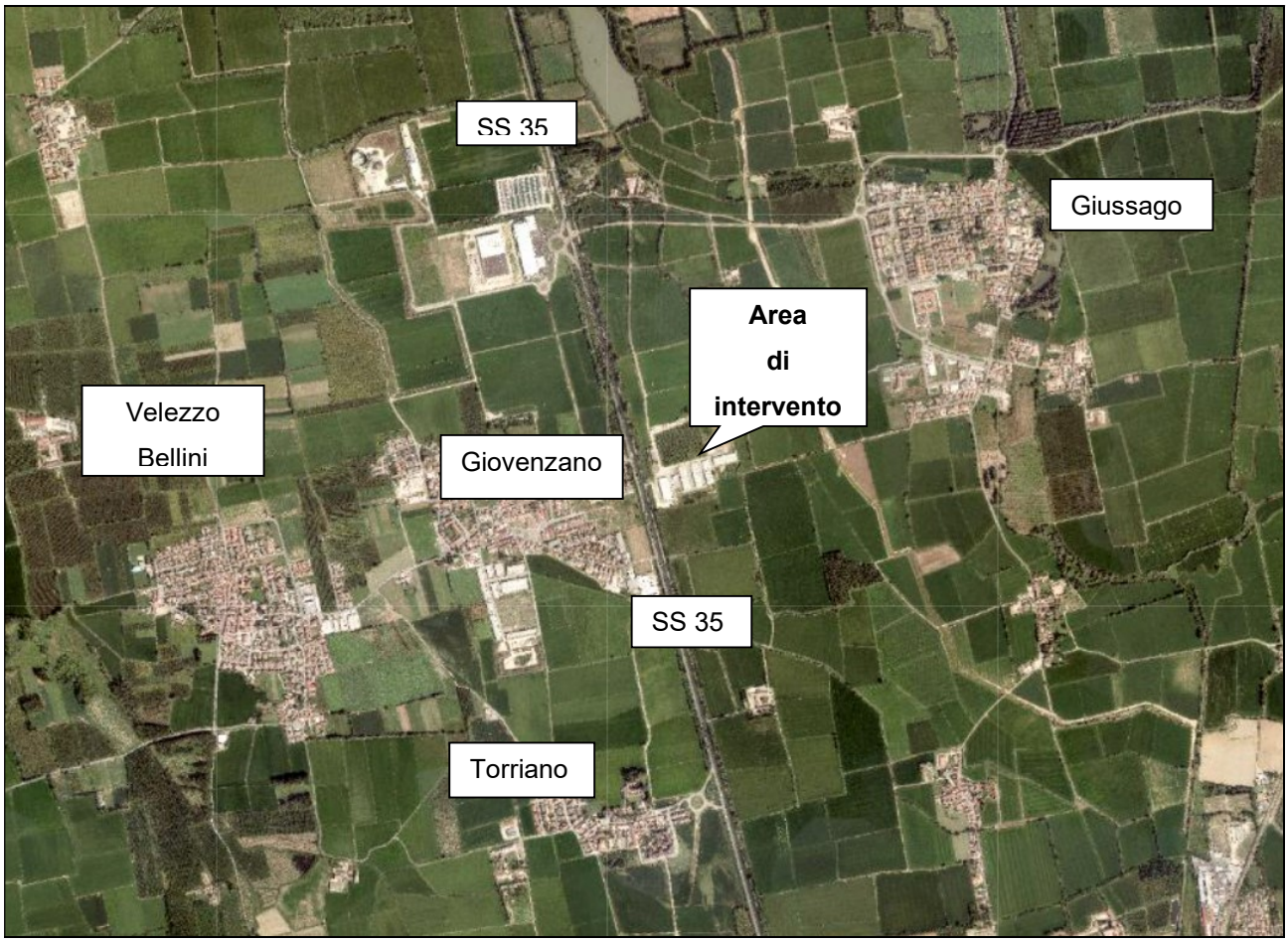


Figura 1: localizzazione dell'area di intervento (fonte: Geoportale Regione Lombardia)

L'assetto viabilistico dell'area è caratterizzato dall'asse della SS 35 in direzione Nord-Sud, dall'intersezione a rotatoria in località Nivolto che disciplina la direttrice proveniente da Giussago, dall'intersezione a raso con la SP 24 all'altezza di località Torriano.

Lungo l'asse della SS 35 insististono alcune immissioni da strade laterali all'altezza di via Osteriette e di via Camussone.

In direzione di Giussago l'accesso all'area di intervento avviene all'altezza dell'intersezione con via Milano attraverso un quadrivio a raso libero.

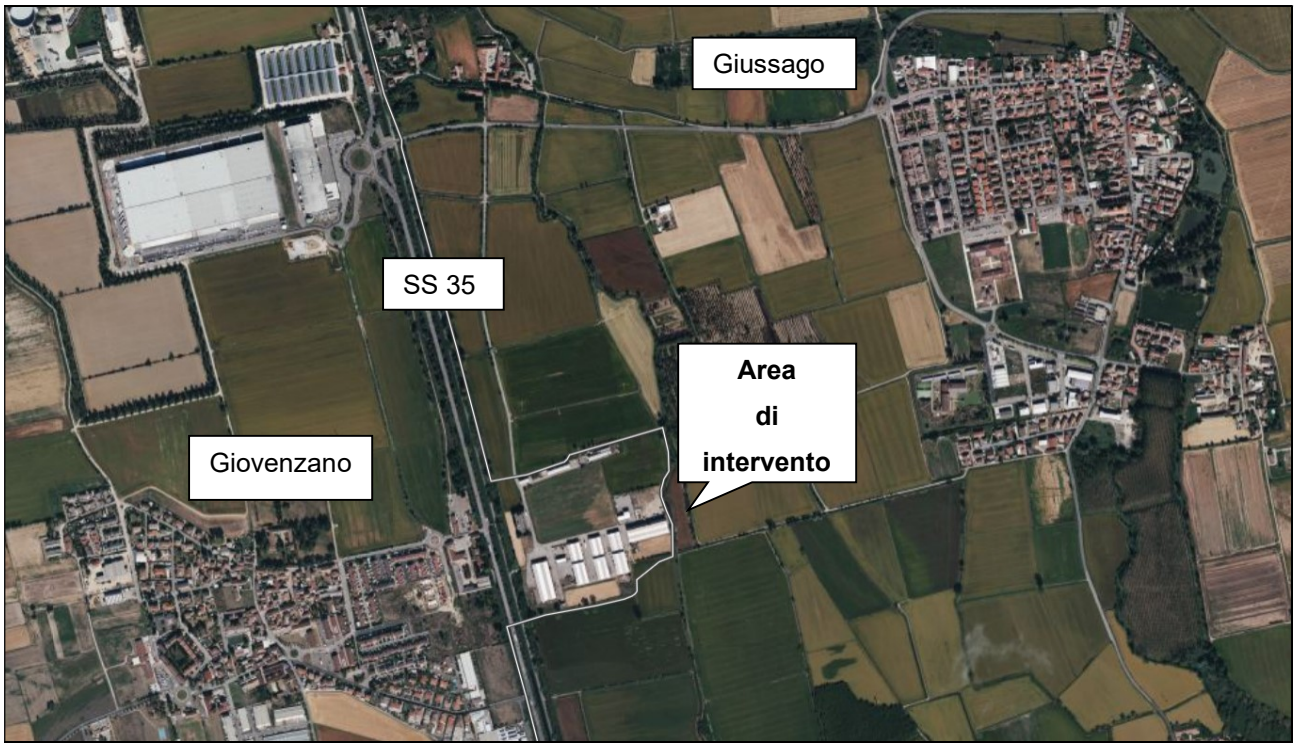


Figura 2: area di intervento e asse SS 35 (fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Figura 3: intersezione a rotatoria ss 35 Località Nivolto (fonte: GoogleMaps)

Figura 4: intersezione SS 35 – via Osteriette (fonte: Geoportale Regione Lombardia)

Figura 5. Intersezione SS35 – via Camussone (fontr: Geoportale Regione Lombardia)

4) QUANTIFICAZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA

La quantificazione della domanda di trasporto indotta dovuta alla localizzazione del Data Center è stata suddivisa per le due diverse fasi citate in premessa e precisamente:

- La fase di cantierizzazione;
- La fase di esercizio.

4.1) DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE

In fase di cantierizzazione la voce più rilevante è data dalle movimentazioni terra. Come indicato nello studio "*Progettazione nuovoData Center Vellezzo Bellini*- Valutazione di Impatto Ambientale D.Lgs.152/06 e s.m.i. ai sensi del punto 2 allegato II del D.Lgs. 152/06**"** il quadro generale delle movimentazioni terre è il seguente:

- Materiale di scavo riutilizzato in sito mc 36.300;
- Materiale di scavo portato a impianto di recupero mc 57.700;
- Materiale di scavo portato in discarica come rifiuto mc 16.000

Per quanto attiene alla interferenze con la rete viaria abbiamo un totale di 73.700 mc di materiale uscente.

Considerando una capacità di 20,00 mc per unità di trasporto abbiamo un totale di 3.685 viaggi necessari per il conferimento del materiale a impianto di recupero o a discarica.

Considerando una durata di questa fase pari a 365 gg abbiamo circa **10 viaggi/giorno** (10.09).

Per la definizione del peso dell'interferenza di queste attività durante l'intervallo di picco è stata considerata una distribuzione che ha privilegiato l'intervallo di punta del mattino in cui si concentra il 30% della domanda giornaliera. In questa fascia sono stati ipotizzati **3 viaggi/ora**.

4.2) DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA IN FASE DI ESERCIZIO

In fase di esercizio, considerando il sito nella sua configurazione finale (4 edifici) la domanda di trasporto indotta stimata è stata:

- 165 viaggi/giorno in ingresso e in uscita con mezzo privato (dipendenti/visitatori);
- 2 viaggi/giorno con mezzi pesanti (rifornimento di gasolio con camion cisterna).

Per la definizione dei flussi di traffico indotti da utilizzare durante le verifiche quantitative, considerando che gli studi di impatto viabilistico fanno riferimento a intervalli di punta, sono state assunte le seguenti ipotesi cautelative:

- durante l'intervallo di punta (punta pomeridiana) è stato allocato il 50% della domanda giornaliera in uscita e il 25% della domanda giornaliera in ingresso;

- nel medesimo intervallo abbiamo ingresso/uscita di un camion cisterna;
- il tasso di occupazione dei mezzi leggeri è pari a 1 Passeggero/veicolo;
- Coeff. di trasformazione Pesanti/leggeri = 3.00.

Riassumendo, durante l'intervallo di punta pomeridiano abbiamo:

- 165 viaggi/giorno *0,50 = 82,50 + (1MP*3.00Veq) = **85,50** (86) veicoli/ora in uscita;
- 165 viaggi/giorno *0,25 = 41,25 + (1MP*3.00Veq) = **44,25** (44) veicoli/ora in ingresso;

Le verifiche quantitative relative ai rapporti Flusso/Capacità e Indici di Saturazione in fase di esercizio sono state condotte considerando una domanda aggiuntiva pari a 130 veicoli/ora suddivisa il 86 veicoli/ora in uscita e 44 veicoli/ora in ingresso.

5) INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERIZZAZIONE

Il relazione alla interferenze tra movimentazione delle terre da scavo e la viabilità pubblica la cantierizzazione del sito individuava:

- Per il conferimento del materiale di recupero l''impianto Tecnoinerti S.r.l., via marsala 42, Dresano (MI), per un totale di 57.700 mc;
- Per il conferimento del materiale identificato come rifiuto gli impianti di:
  - ✓ Ghisalba S.r.l., SP99, Ghisalba (BG) (mc 9.500);
  - ✓ Recuprera S.r.l., via Dritta 10, Montichiari (BS) (mc 3.500);
  - ✓ Genesi S.r.l., via Adua, Località Boscatella, Paderno Franciacorta (BS) (mc 600);
  - ✓ ICES S.r.l., Località Porticone 6, Arena Po (PV) (mc 2.400).

L'elemento caratterizzante di questa fase è rappresentato dal materiale di recupero che verrà consegnato all'impianto Tecnoinerti di Dresano. Di seguito vengono rappresentati due possibili alternative di percorso che interessano in modo differente i centri urbani distribuiti lungo l'asse della SP 40 (Giussago, Lacchiarella, Carpiano).

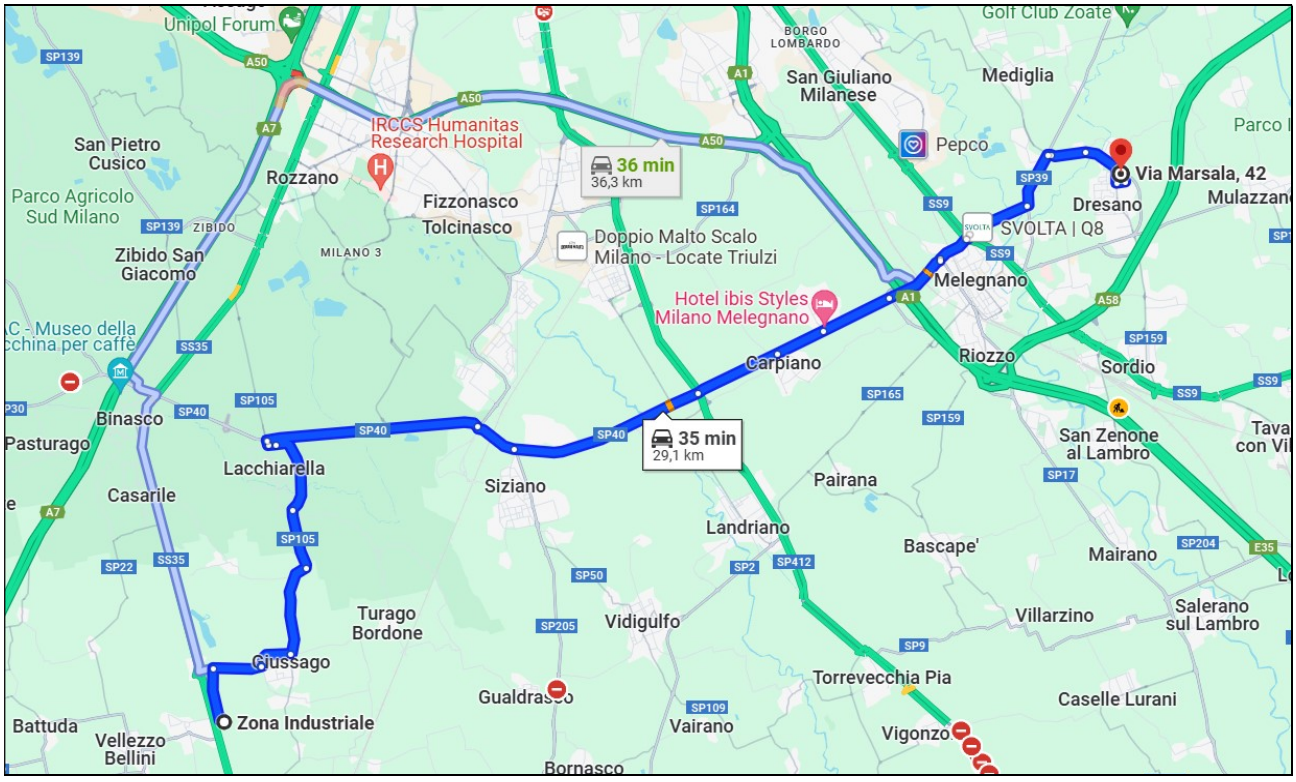


Figura 6: percorso conferimento impianto di recupero lungo la SP 40 (fonte: GoogleMaps)

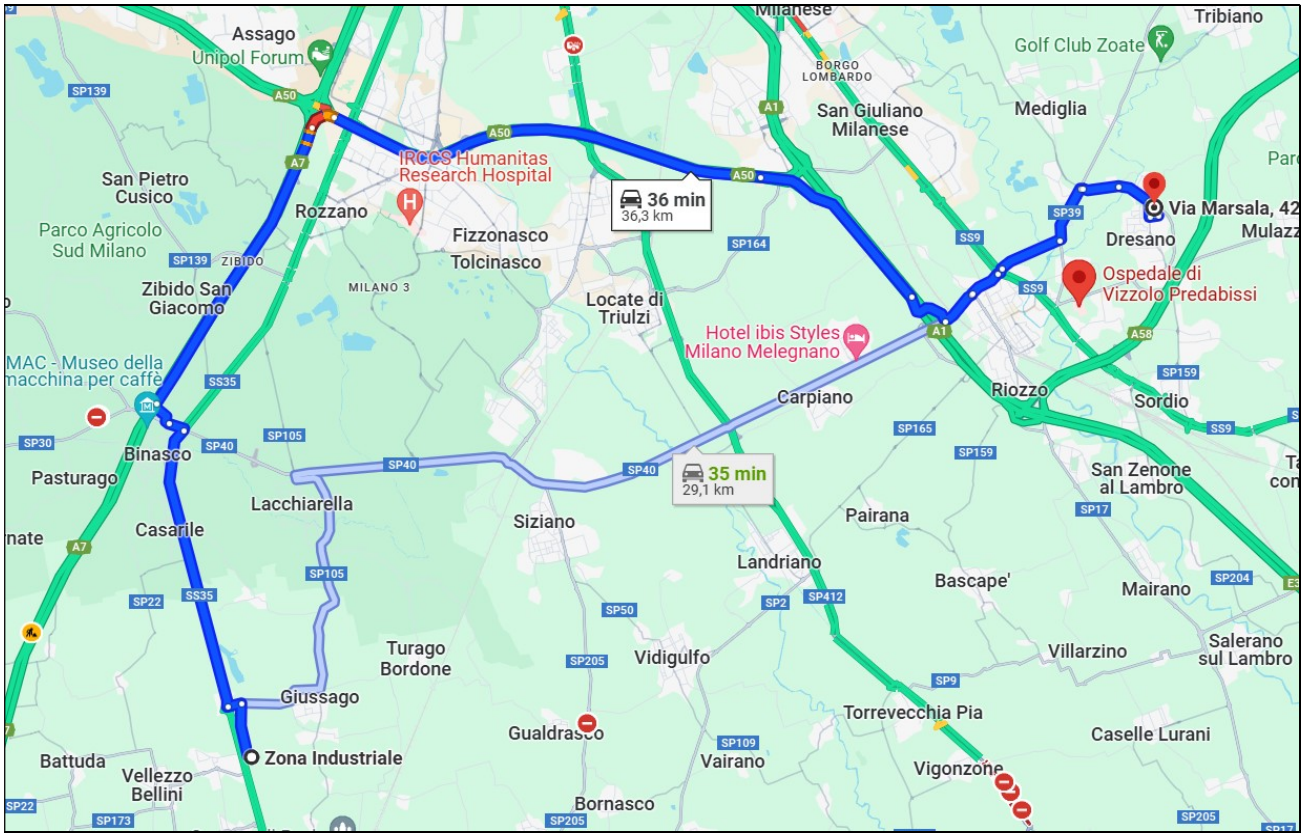


Figura 7: percorso conferimento impianto di recupero lungo la rete Autostradale (fonte: GoogleMaps)

Come si può osservare il primo percorso, sviluppandosi lungo l'asse della SP 40, non interferisce con i centri urbani limitando i transiti sulle soli tangenziali.

Il secondo percorso, partendo dalla SS 35 si sviluppa lungo tratti della A7, A50, A1 e solo nel tratto conclusivo la SP 40. In ambedue i casi, data la limitata quantità di traffico indotto (1-2 veicoli/ora), i percorsi non sembrano generare valori significativi capaci di alterare i rapporti flusso/capacità.

Per quanto attiene il conferimento in discarica di materiale considerato come rifiuto i percorsi individuati hanno coinvolto sempre viabilità di gerarchia superiore interessando tratti della SS 35, della A50, della A1, della A58, della A35 e della A4.

Nella sequenza di immagini successiva i percorsi individuati per il conferimento alle discariche "Recupera S.r.l. a Montichiari (BS), "Genesi" a Paderno Franciacorta (BS) e "ICES S.r.l." a Arena Po (PV). In questo caso, pur interessando quantità più ridotte, è stata mantenuta l previsione di 1-2 viaggi/ora che si svilupperanno su un arco temporale minore.

Figura 8: percorso conferimento in discarica "Recupera" – Montichiari (BS) (fonte: GoogleMaps)

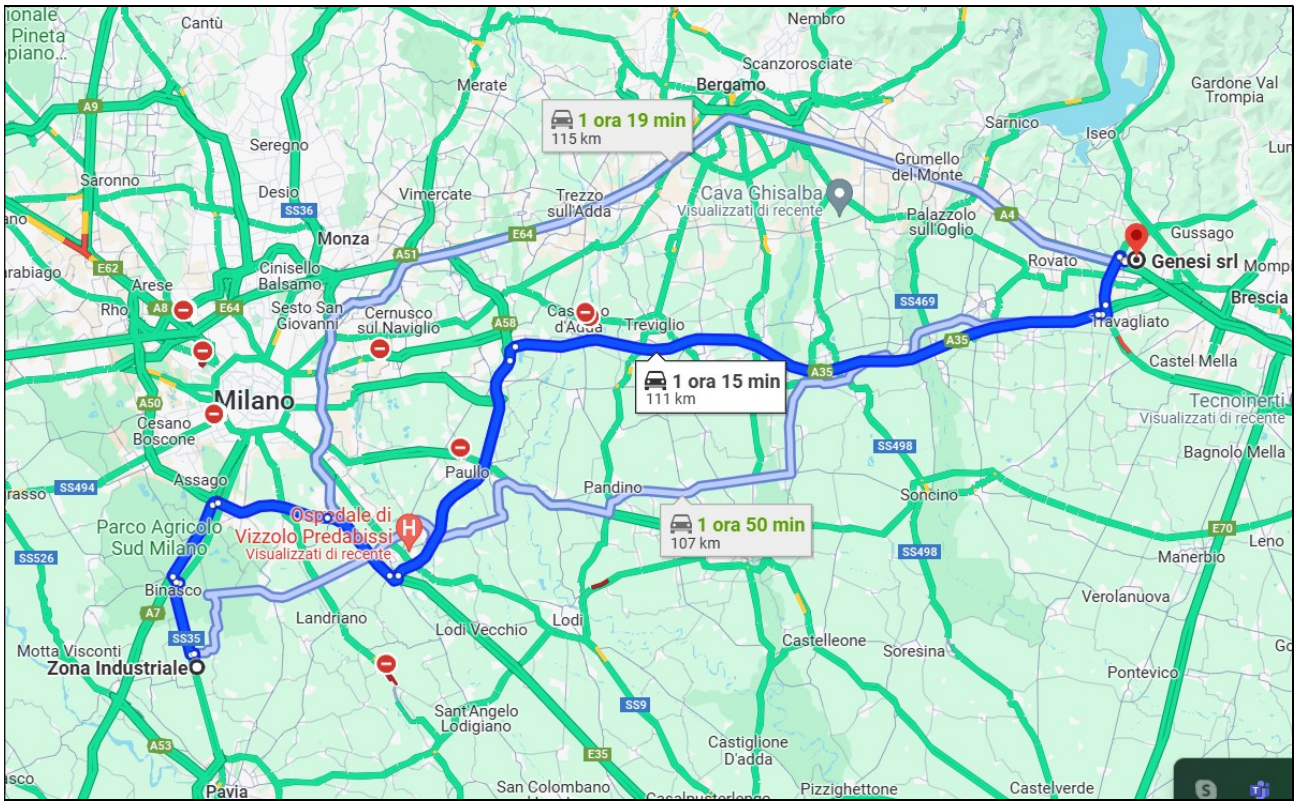


Figura 9: percorso conferimento in discarica "Genesi" – Paderno Franciacorta (BS) (fonte: GoogleMaps)

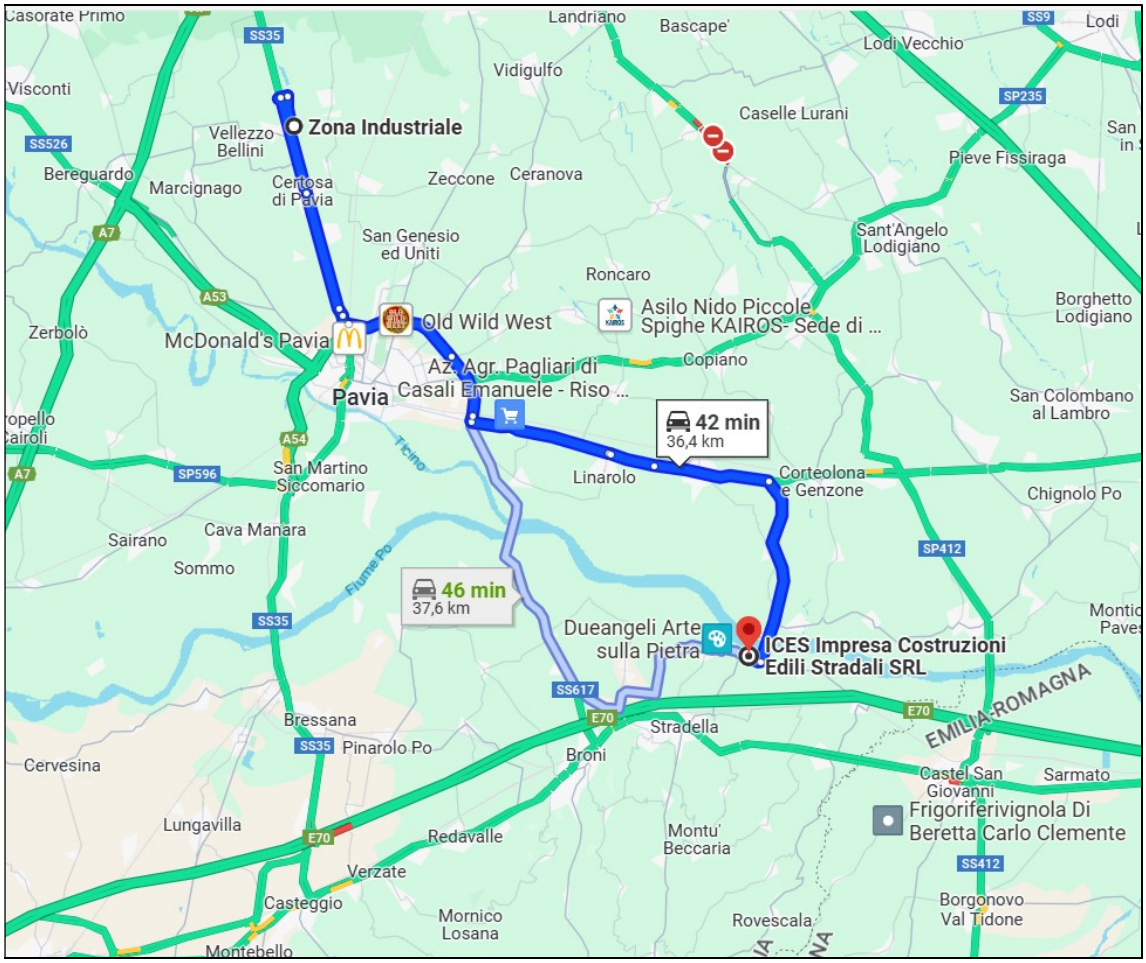


Figura 10: percorso conferimento in discarica "ICES" –Arena Po (PV) (fonte: GoogleMaps)

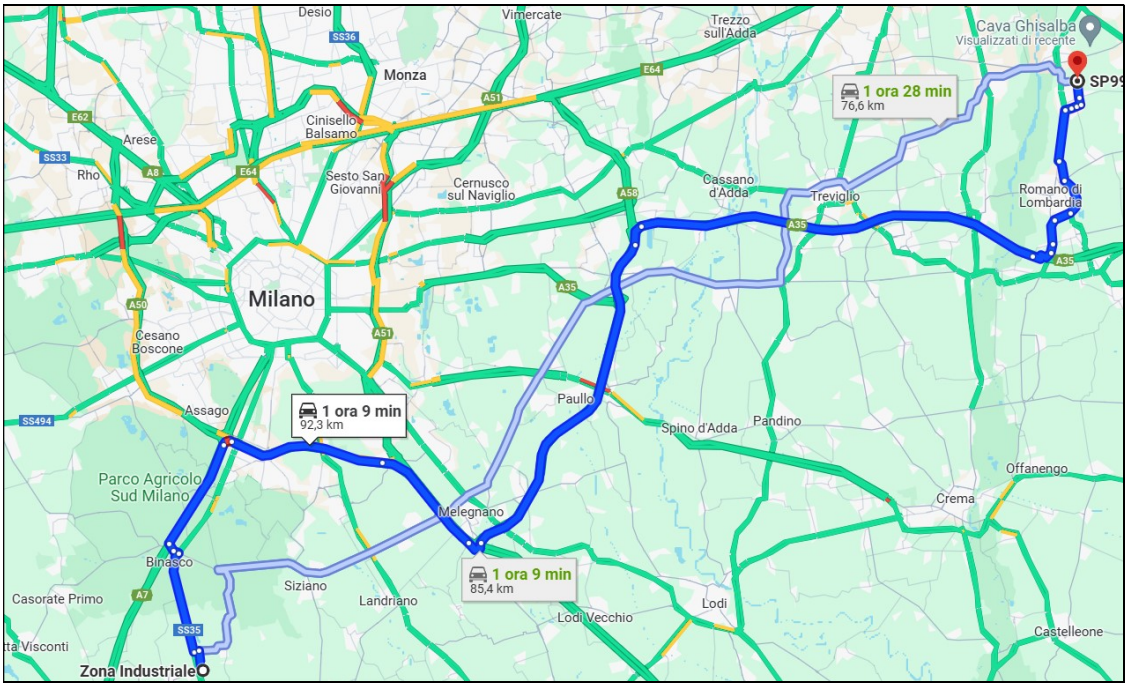


Figura 11: percorso conferimento in discarica "Ghisalba" – Ghisalba (BG) (fonte: GoogleMaps)

Dalle stime quantitative e dall'analisi dei percorsi identificati si osserva:

- una interferenza giornaliera pari a circa 10 viaggi/giorno;
- una interferenza oraria paria 1-2 viaggi/ora;
- un utilizzo di tratti di viabilità di gerarchia superiore (tratti Autostradali, Strade Statali e Strade Provinciali);
- eventuali interferenze con i centri urbani limitata alle sole tangenziali.

6) INTERFERENZE IN FASE DI ESERCIZIO

Durante la fase di verifica dell'impatto viabilistico dovuto alla localizzazione del nuovo Data Center sono stati affrontati i seguenti punti:

1. Acquisizione delle stime di domanda di trasporto indotta;
2. Delimitazione dell'area di analisi in funzione delle stime acquisite al punto precedente ;
3. Definizione della domanda di trasporto attuale sui nodi e archi della rete viaria;
4. Calcolo e comparazione dei Livelli Operativi di Servizio dei singoli elementi di rete nello stato di fatto e nello stato di progetto (domanda di trasporto attuale + domanda di trasporto indotta).

6.1) DOMANDA DI TRASPORTO INDOTTA

La domanda di trasporto indotta utilizzata è stata quella indicata nel Capitolo 4.2 della presente relazione. Durante l'intervallo di punta i valori utilizzati sono stati:

- **86** veicoli/ora in uscita;
- **44** veicoli/ora in ingresso.

Nella figura successiva la distribuzione della domanda indotta stimata in funzione del "peso" delle direttrici di traffico (distribuzione ti tipo "gravitazionale").

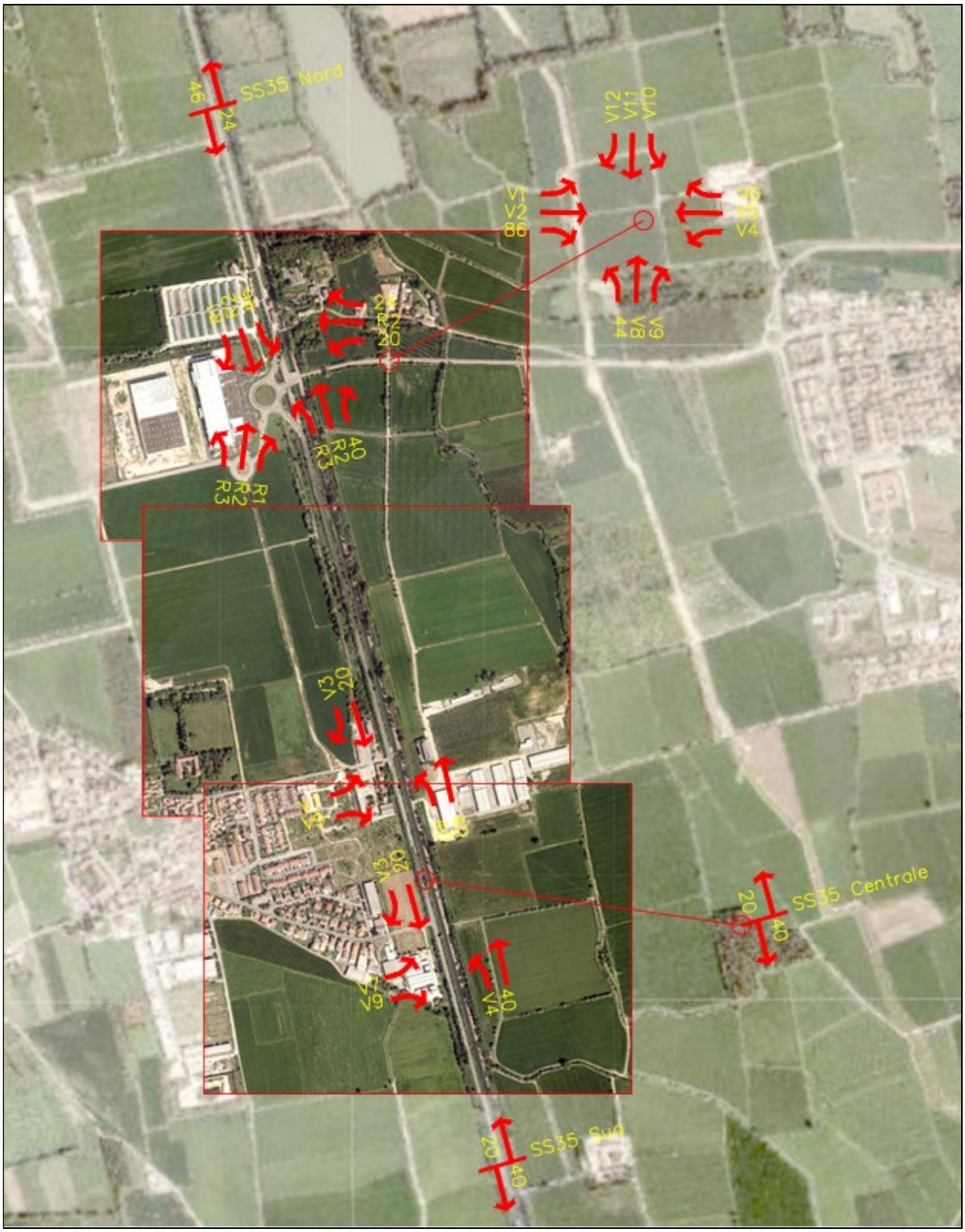


Figura 12: distribuzione dell'indotto lungo le direttrici di traffico

6.2) DELIMITAZIONE DELL'AREA DI ANALISI

La delimitazione dell'area di analisi è stata fatta dipendere dall'entità della domanda indotta e dalla dispersione del grafo. Lo sviluppo del grafo utilizzato è dipeso dalla significatività dei dati messi a confronto nei due diversi scenari (stato di fatto e stato di progetto).
Gli elementi di rete inseriti nelle verifiche quantitative e analizzati sono stati:

1. SS 35 Tratto Nord;
2. Intersezione a Rotatoria SS 35 – Direttrice Giussago;
3. Intersezione libera a raso SS 35 – via Ostreriette;
4. SS 35 Tratto centrale;
5. Intersezione libera a raso SS 35 – via Camussone;
6. SS 35 tratto Sud.

Nella figura successiva la rete analizzata, i tratti rettilinei e i singoli movimenti di svolta considerati.

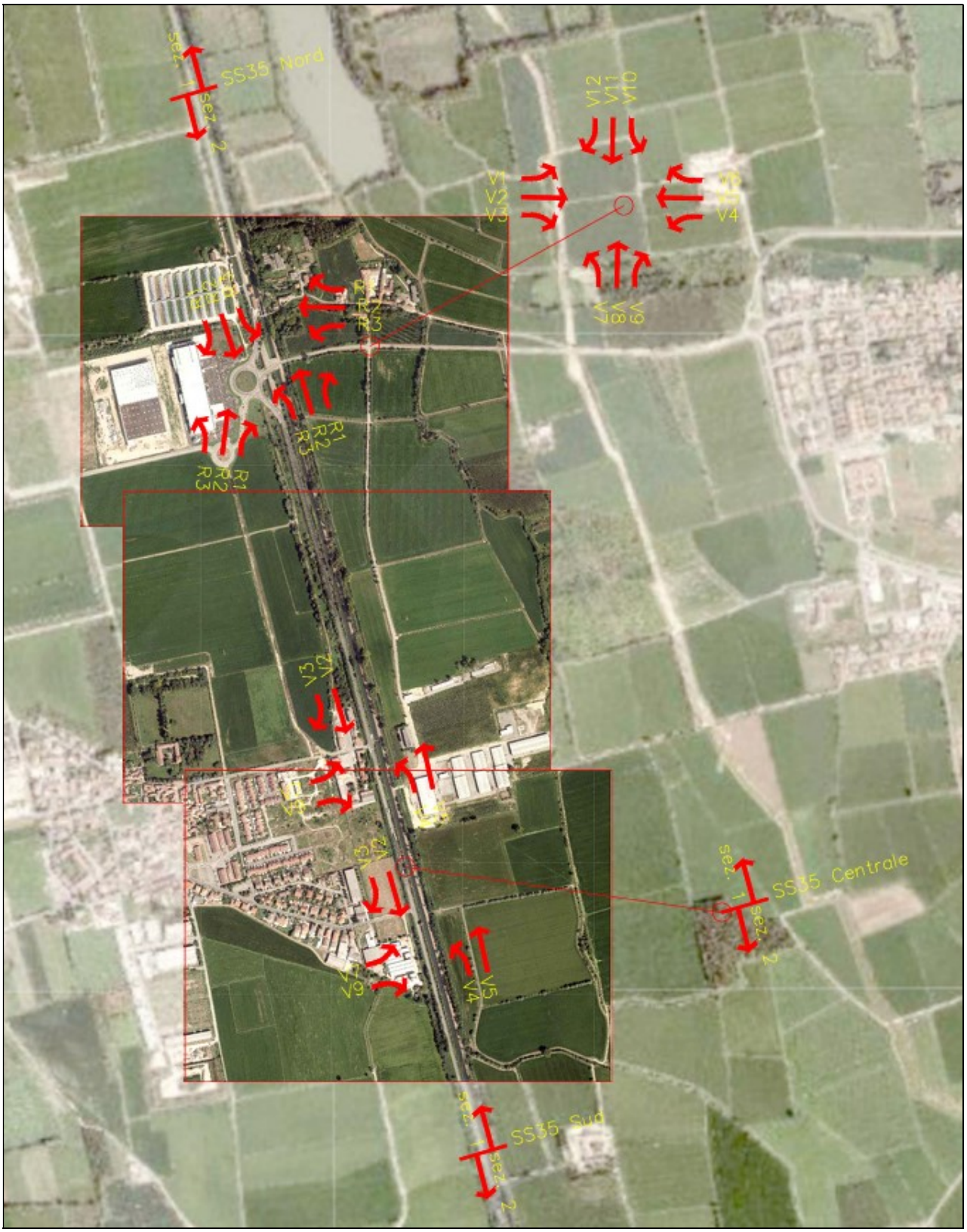


Figura 13: Elementi di rete verificati durante le analisi quantitative

6.3) DOMANDA DI TRASPORTO ATTUALE

Per la definizione della domanda di trasporto attuale che impegna l'area di analisi identificata si è fatto ricorso:

- a un rilievo spot orario dei singoli movimenti di svolta durante l'intervallo di punta pomeridiano 18.00-19.00 che ha interessato sia la direttrice Nord – Sud, sia manovre di svolta secondarie;
- a un riferimento a curve di distribuzione della domanda di trasporto giornaliera per archi stradali simili.

In direzione Nord l'andamento giornaliero ricostruito è stato:

Orario	Flusso Totale sezione	% oraria
0.00 - 1.00	64	1,0
1.00 - 2.00	32	0,5
2.00 - 3.00	13	0,2
3.00 - 4.00	13	0,2
4.00 - 5.00	13	0,2
5.00 - 6.00	39	0,6
6.00 - 7.00	90	1,4
7.00 - 8.00	515	8,0
8.00 - 9.00	605	9,4
9.00 - 10.00	457	7,1
10.00 - 11.00	412	6,4
11.00 - 12.00	277	4,3
12.00 - 13.00	251	3,9
13.00 - 14.00	251	3,9
14.00 - 15.00	225	3,5
15.00 - 16.00	405	6,3
16.00 - 17.00	553	8,6
17.00 - 18.00	560	8,7
18.00 - 19.00	566	8,8
19.00 - 20.00	463	7,2
20.00 - 21.00	322	5,0
21.00 - 22.00	174	2,7
22.00 - 23.00	71	1,1
23.00 - 24.00	64	1,0
totale giorno	6432	100,0

Tabella 11: flusso giornaliero in direzione Nord

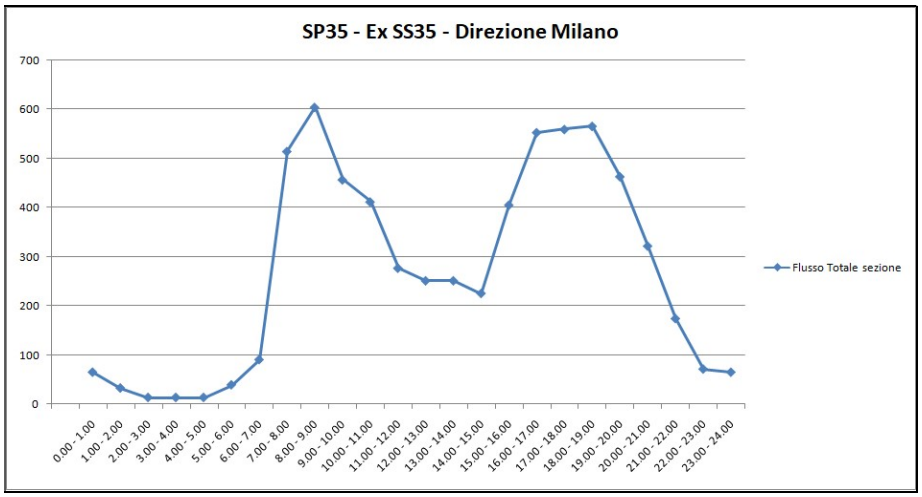


Diagramma 1: andamento giornaliero della domanda di trasporto lungo la SS 35 in direzione Nord

Per la direttrice opposta abbiamo:

Orario	Flusso Totale sezione	% oraria
0.00 - 1.00	76	1,2
1.00 - 2.00	38	0,6
2.00 - 3.00	19	0,3
3.00 - 4.00	13	0,2
4.00 - 5.00	19	0,3
5.00 - 6.00	44	0,7
6.00 - 7.00	108	1,7
7.00 - 8.00	380	6,0
8.00 - 9.00	304	4,8
9.00 - 10.00	152	2,4
10.00 - 11.00	196	3,1
11.00 - 12.00	468	7,4
12.00 - 13.00	487	7,7
13.00 - 14.00	437	6,9
14.00 - 15.00	386	6,1
15.00 - 16.00	449	7,1
16.00 - 17.00	462	7,3
17.00 - 18.00	538	8,5
18.00 - 19.00	595	9,4
19.00 - 20.00	462	7,3
20.00 - 21.00	310	4,9
21.00 - 22.00	234	3,7
22.00 - 23.00	76	1,2
23.00 - 24.00	76	1,2
totale giorno	6330	100,0

Tabella 12: flusso giornaliero in direzione Sud

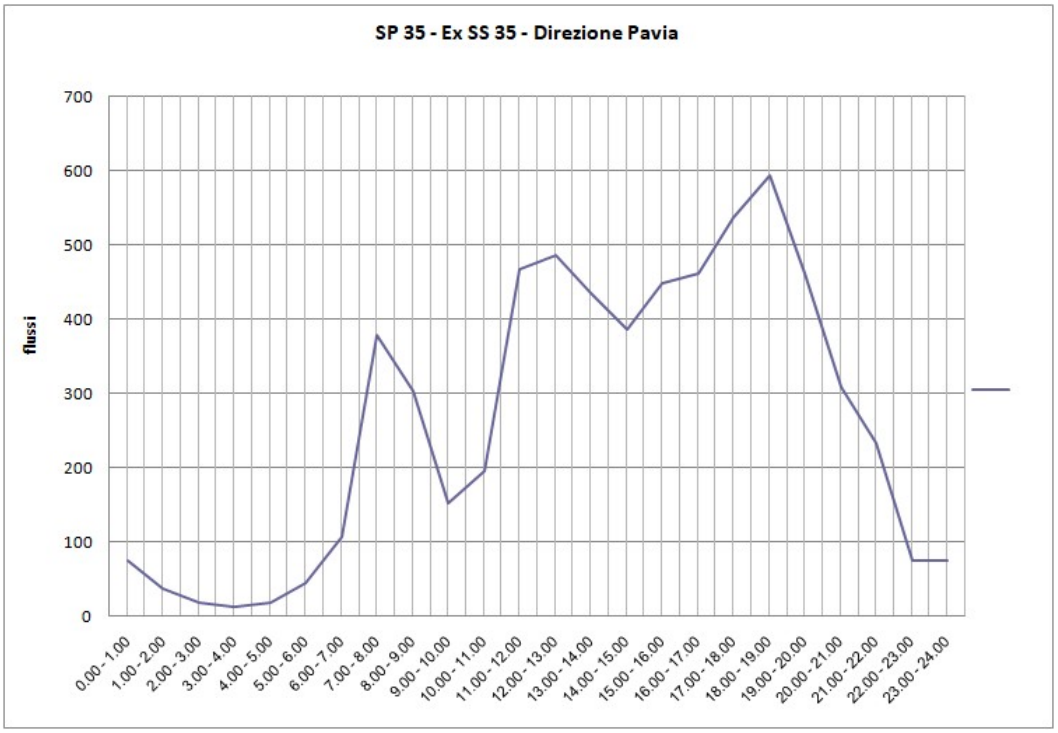


Diagramma 2: andamento giornaliero della domanda di trasporto lungo la SS 35 in direzione Sud

La diversa distribuzione dei valori e la forma delle singole curve evidenzia il peso attrattivo dell'area Nord. Per quanto attiene i singoli movimenti di svolta i valori utilizzati sono stati.

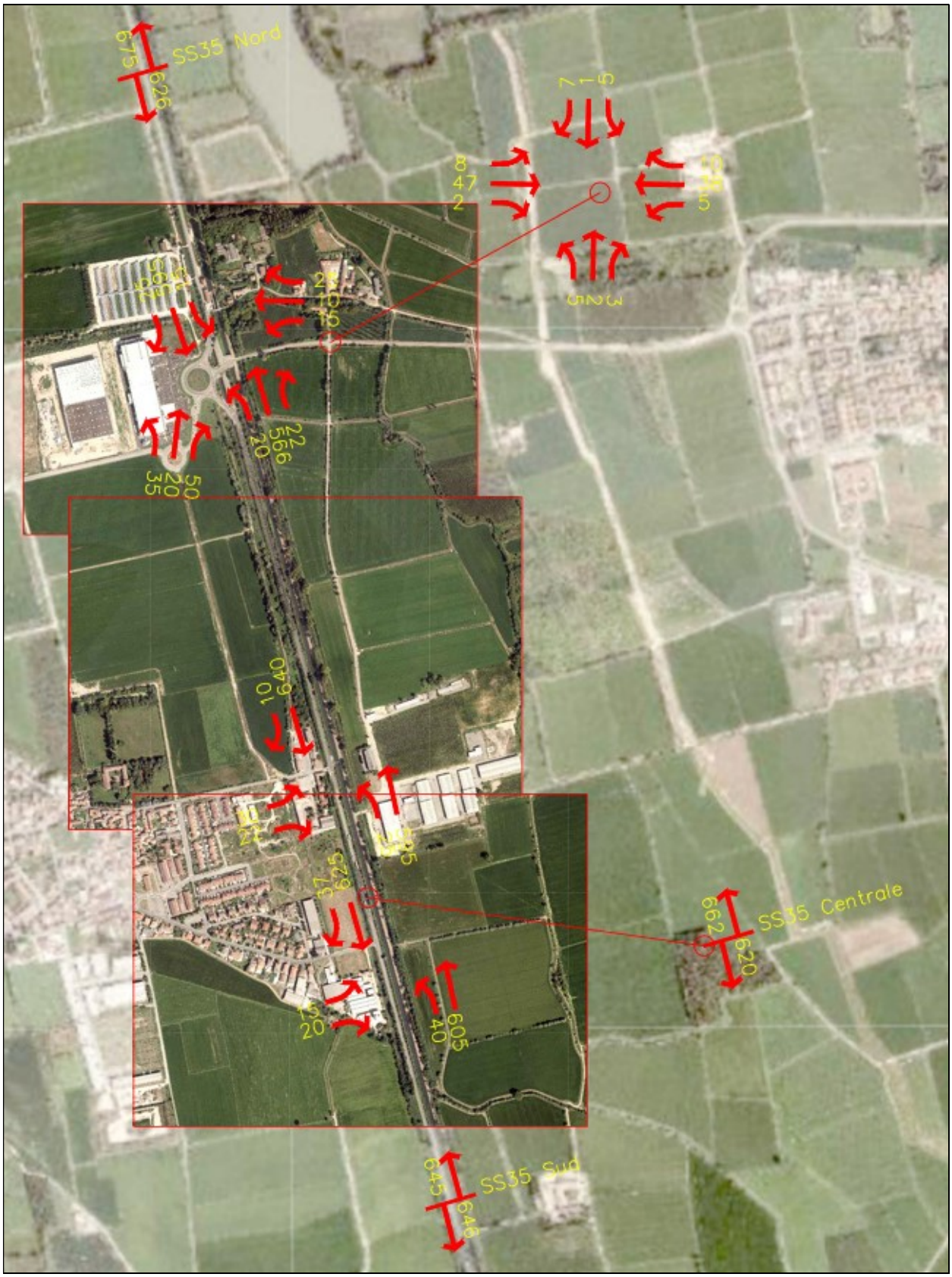


Figura 14: domanda di trasporto utilizzata durante le fasi di verifica

6.4) CALCOLO DEI LIVELLI OPERATIVI DI SERVIZIO

Nei capitoli successivi vengono calcolati e comparati i livelli operativi di servizio dei singoli elementi di rete nello stato di fatto e nello stato di progetto.

6.4.1) SS 35 Tratto Nord

La verifica del tratto rettilineo Nord della SS 35 nello stato di fatto e nello stato di progetto effettuata con il modello HCM per sezioni rettilinee ha prodotto i seguenti risultati.

singola carreggiata 2 corsie	ss 35 Nord			
SEZIONE 5	Flussi rilevati			
Direzione	leggeri	pesanti	bus	v.equival.
Milano	626	0	0	**626**
Pavia	675	0	0	**675**
Bidirezionale	1.301	0	0	1.301
limitedi velocità: 70 km/h				
veicoli per ora per corsia	**1.600**	**Regione Lombardia**		**DGR 2005**
flusso bidirezionale max	3.200			
Banchina (larghezza m)	0,75	6		
Corsia (larghezza m)	3,50	2		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	72	4	**Regione Lombardia**	
Pendenza	0	1		**v/c**
Lunghezza livelletta Km	2,4	5	**LOS A**	**0,18**
			LOS B	**0,32**
Direzione in salita	pianura	3	**LOS C**	**0,52**
			LOS D	**0,77**
			LOS E	**>0,77**
flusso (o volume)/capacità				
v/c	0,449796			

Tabella 13: LOS sezione SS 35 Nord – Stato di Fatto

singola carreggiata 2 corsie	ss 35 Nord			
SEZIONE 5	Flussi rilevati			
Direzione	leggeri	pesanti	bus	v.equival.
Milano	650	0	0	**650**
Pavia	721	0	0	**721**
Bidirezionale	1.371	0	0	1.371
limitedi velocità: 70 km/h				
veicoli per ora per corsia	**1.600**	**Regione Lombardia**		**DGR 2005**
flusso bidirezionale max	3.200			
Banchina (larghezza m)	0,75	6		
Corsia (larghezza m)	3,50	2		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	72	4	**Regione Lombardia**	
Pendenza	0	1		**v/c**
Lunghezza livelletta Km	2,4	5	**LOS A**	**0,18**
			LOS B	**0,32**
Direzione in salita	pianura	3	**LOS C**	**0,52**
			LOS D	**0,77**
			LOS E	**>0,77**
flusso (o volume)/capacità				
v/c	0,476037			

Tabella 14: LOS sezione SS 35 Nord – Stato di Progetto

Il rapporto flusso/capacità della sezione rettilinea nello stato di fatto è pari al 44,97% della capacità teorica con L.O.S. di Categoria B. Nello scenario di progetto, stimando sulla sezione un incremento di 80 veicoli/ora bidirezionali il rapporto flusso/capacità sale al 47,60% con un incremento del 2,63%. Il L.O.S. rimane invariato.

6.4.2) Intersezione a Rotatoria SS 35 – Direttrice Giussago

Applicando il modello SETRA per ambiti extraurbani (cautelativo) con la domanda di trasporto relativa allo stato di fatto si ottiene:

Modello: SETRA C= (1330-0,7Qd)[1+0,1(ENT -3,5)]

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO EXTRAURBANO

Braccio	Nomi	ENT	SEP
1	SS 35 Nord	4,0	15
2	Area sosta Galbusera	4,0	10
3	SS 35 Sud	4,0	15
4	Dir. Giussago	3,5	10
5		0,0	0

Raggio interno	16
Sormontabile	0
Larghezza anello	9
Larghezza utilizzata	9
Raggio esterno	25

Matrice O/D

		DESTINAZIONE					Tot
	Braccio	1	2	3	4	5	origine
ORIGINE	1	0	25	595	15	0	635
	2	35	0	50	20	0	105
	3	566	20	0	22	0	608
	4	25	10	15	0	0	50
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		626	55	660	57	0	1398

Flussi

Braccio	Circolante Qc	Uscente Qs
1	45	626
2	625	55
3	70	660
4	621	57
5	671	0

Qd = (Qc +2/3Qu')[1-0,085(ANN-8)]
flusso gênant
traffico di disturbo

Qu' = Qu(15-SEP)/15

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qe	Qc	Qu	Qu'	Qd	δ (F/C)	RC %
SS 35 Nord	**1366**	635	45	626	0	41	**0,46**	**54%**
Area sosta Galbusera	**968**	105	625	55	18	583	**0,11**	**89%**
SS 35 Sud	**1349**	608	70	660	0	64	**0,45**	**55%**
Dir. Giussago	**924**	50	621	57	19	580	**0,05**	**95%**
0	**585**	0	671	0	0	614	**0,00**	**100%**

Tabella 15: rapporti flusso/capacità rotatoria SS 35 Nord nello stato di fatto

Aggiungendo l'indotto (86 veicoli/ora in ingresso e 44 veicoli/ora in uscita) per lo stato di progetto otteniamo i seguenti risultati.

Modello: SETRA C= (1330-0,7Qd)[1+0,1(ENT -3,5)]

formulazione come riportata nell'allegato 2 normativa regione Lombardia DGR VIII-3219
AMBITO EXTRAURBANO

Braccio	Nomi	ENT	SEP
1	SS 35 Nord	4,0	15
2	Area sosta Galbusera	4,0	10
3	SS 35 Sud	4,0	15
4	Dir. Giussago	3,5	10
5		0,0	0

Raggio interno	16
Sormontabile	0
Larghezza anello	9
Larghezza utilizzata	9
Raggio esterno	25

Matrice O/D

		DESTINAZIONE					Tot
	Braccio	1	2	3	4	5	origine
ORIGINE	1	0	25	595	61	0	681
	2	35	0	50	20	0	105
	3	566	20	0	62	0	648
	4	49	10	39	0	0	98
	5	0	0	0	0	0	0
Tot destinazione		650	55	684	143	0	1532

Flussi

Braccio	Circolante Qc	Uscente Qs
1	69	650
2	695	55
3	116	684
4	621	143
5	719	0

Qd = (Qc +2/3Qu')[1-0,085(ANN-8)]
flusso gênant
traffico di disturbo

Qu' = Qu(15-SEP)/15

Calcolo delle capacità delle entrate

Braccio	C	Qe	Qc	Qu	Qu'	Qd	δ (F/C)	RC %
SS 35 Nord	**1350**	681	69	650	0	63	**0,50**	**50%**
Area sosta Galbusera	**921**	105	695	55	18	647	**0,11**	**89%**
SS 35 Sud	**1318**	648	116	684	0	106	**0,49**	**51%**
Dir. Giussago	**912**	98	621	143	48	597	**0,11**	**89%**
0	**565**	0	719	0	0	658	**0,00**	**100%**

Tabella 16: rapporti flusso/capacità rotatoria SS 35 Nord nello stato di progetto

Confrontando i valori F/C per i due scenari

Ramo	Stato di fatto F/C (%)	Stato di Progetto F/C (%)	Variazione %
SS 35 Nord	46,00	50,00	+4,00
Parch. Galbusera	11,00	11,00	+0,00
SS 35 Sud	45,00	49,00	+4,00
Dir. Giussago	5,00	11,00	+11,00

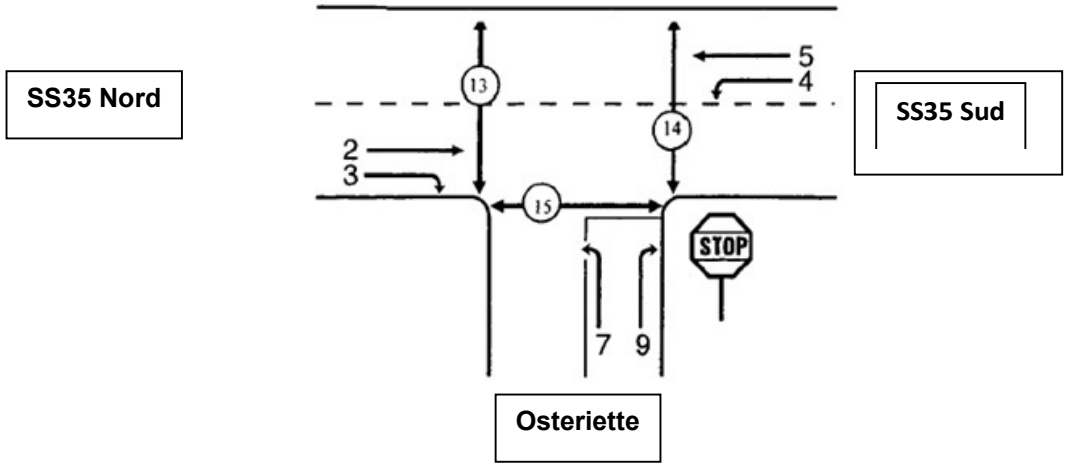
Tabella 17: confronto rapporti flusso/capacità per i rami della rotatoria nello stato di fatto e di progetto

Confrontando i valori dell'indice di variazione dell'indice di saturazione emerge come la modesta entità della domanda aggiuntiva non sia in grado di dare origine a modifiche che avvicinino le prestazioni della rotatoria ai valori limite definiti per questo tipo di manufatti (F/C>70,00%).

6.4.3) Intersezione libera a raso SS 35 – via Ostreriette

La verifica dell'intersezione a raso tra la SS 35 con via Osteriette nello stato di fatto e nello stato di progetto è stata effettuata applicando il modello HCM per intersezioni a raso libere a tre rami.

Per il nodo, applicando il modello HCM per intersezioni libere a raso, i movimenti conflittuali sono rappresentati dalle manovre di svolte a sinistra V4,V7 e dalla manovra di immissione a destra in uscita dalla strada laterale V9.



Per lo stato di fatto il modello ci restituisce:

Calcolo intervalli critici			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	4,1	6,2	7,1
tcHV	1	1	1
pHV	0	0	0
tcpendenza	0	0,1	0,2
pendenza (i.e. 0,02)			
tLTm	0	0	0,7
t more step	0	0	1
Tempo critico	4,1	6,2	5,4

Calcolo intervalli deflusso			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	2,2	3,3	3,5
tfHV	0,9	0,9	0,9
pHV	0	0	0
T follow up	2,2	3,3	3,5

Nomi vie				
Princ.A	SS 35 dir Pavia			
Princ.B	SS 35 dir Milano			
Sec. C	Osteriette			
Direzioni	dir	dx	sn	Ped

Livelli	Ritardo	
A	0	10
B	10	15
C	15	25
D	25	35
E	35	50
F	50	

Intervalli Critici [s]			
	tc		**tf**
N° tot di corsie sulla principale	2	4	
LTM (4)	4,1	4,1	2,20
RT (9)	6,2	6,9	3,30
TH ()	6,5	6,5	4,00
LTm (7)	7,1	7,5	3,50
N° tot di corsie sulla principale	**2**	selezionare	
Periodo di riferimento	**1**	selezionare	

Valori di riferimento HCM			
4,1	4,1	2,2	0%
6,2	6,9	3,3	0%
6,5	6,5	4,0	0%
7,1	7,5	3,5	0%
correzione tempo critico			0

Dati di flusso								Flussi conflittuali						ΣVc	Tc	Tf	Impedenze: Capacità potenziale cp	Impedenza pedoni Pp	Probabilità queue-free state P0	Fattore correzione Impedenza P''	Fattore correzione Impedenza P'	Fattore correzione capacità f	Capacità movimento cm	Grado di saturazione v/c	Ritardo medio d	Livello di servizio LOS
Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k.eq.	veq.																			
SS 35 dir Pavia dir	V2	640		0	640	2	640																			
SS 35 dir Pavia dx	V3	10		0	10	2	10																			
SS 35 dir Milano dir	V5	595		0	595	2	595																			
Osteriette dx	V9	22		0	22	2	22	5	640	0	0			645	6,2	3,3	476	1,00	0,95				476	0,05	13	B
		0	0					0,5*V3	V2	V14	V15															
SS 35 dir Milano sn	V4	25		0	25	2	25	10	640	0				650	4,1	2,2	946	1,00	0,97				946	0,03	9	A
		0	0					V3	V2	V15																
Osteriette sn	V7	30		0	30	2	30	640	5	50	595	0	0	1290	5,4	3,5	261	1,00		0,97	0,98	0,98	255	0,12	21	C
								V2	0,5*V5	2*V4	V5/N	V13	V15													

Tabella 18: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Osteriette - Stato di Fatto

I movimenti conflittuali sono caratterizzati da:

- Movimento V4 – Sinistra da SS 35 a Osteriette: Saturazione: 3,00%, Ritardo: 9", LOS A
- Movimento V7 – Sinistra da Osteriette a SS35: Saturazione: 12,00%, Ritardo: 21", LOS C
- Movimento V9 – destra da Osteriette a SS35: Saturazione: 5,00%, Ritardo: 13", LOS B

Nello stato di progetto, aggiungendo la domanda di trasporto indotta, otteniamo

Calcolo intervalli critici			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	4,1	6,2	7,1
tcHV	1	1	1
pHV	0	0	0
tcpendenza	0	0,1	0,2
pendenza (i.e. 0,02)			
tLTm	0	0	0,7
t more step	0	0	1
Tempo critico	4,1	6,2	5,4

Calcolo intervalli deflusso			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	2,2	3,3	3,5
tfHV	0,9	0,9	0,9
pHV	0	0	0
T follow up	2,2	3,3	3,5

	Nomi vie			
Princ.A	SS 35 dir Pavia			
Princ.B	SS 35 dir Milano			
Sec. C	Osteriette			
Direzioni	dir	dx	sn	Ped

Livelli	Ritardo	
A	0	10
B	10	15
C	15	25
D	25	35
E	35	50
F	50	

Intervalli Critici [s]			
	tc		**tf**
N° tot di corsie sulla principale	2	4	
LTM (4)	4,1	4,1	2,20
RT (9)	6,2	6,9	3,30
TH ()	6,5	6,5	4,00
LTm (7)	7,1	7,5	3,50

N° tot di corsie sulla principale	**2**	selezionare
Periodo di riferimento	**1**	selezionare

Valori di riferimento HCM			
4,1	4,1	2,2	0%
6,2	6,9	3,3	0%
6,5	6,5	4,0	0%
7,1	7,5	3,5	0%
correzione tempo critico			0

Dati di flusso								Flussi conflittuali						ΣVc	Tc	Tf	Impedenze: Capacità potenziale cp	Impedenza pedoni Pp	Probabilità queue-free state P0	Fattore correzione impedenza P''	Fattore correzione impedenza P'	Fattore correzione capacità f	Capacità movimento cm	Grado di saturazione v/c	Ritardo medio d	Livello di servizio LOS
Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k.eq.	veq.																			
SS 35 dir Pavia dir	V2	680		0	680	2	680																			
SS 35 dir Pavia dx	V3	10		0	10	2	10																			
SS 35 dir Milano dir	V5	635		0	635	2	635																			
Osteriette dx	V9	22		0	22	2	22	5	680	0	0			685	6,2	3,3	452	1,00	0,95				452	0,05	13	B
		0	0					0,5*V3	V2	V14	V15															
SS 35 dir Milano sn	V4	25		0	25	2	25	10	680	0				690	4,1	2,2	914	1,00	0,97				914	0,03	9	A
		0	0					V3	V2	V15																
Osteriette sn	V7	30		0	30	2	30	680	5	50	635	0	0	1370	5,4	3,5	238	1,00		0,97	0,98	0,98	233	0,13	23	C
								V2	),5*V3	2*V4	V5/N	V13	V15													

Tabella 19: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Osteriette - Stato di Progetto

I movimenti conflittuali sono caratterizzati da:

- Movimento V4 – Sinistra da SS 35 a Osteriette: Saturazione: 3,00%, Ritardo: 9", LOS A
- Movimento V7 – Sinistra da Osteriette a SS35: Saturazione: 13,00%, Ritardo: 23", LOS C
- Movimento V9 – Destra da Osteriette a SS35: Saturazione: 5,00%, Ritardo: 13", LOS B

La modesta entità della domanda di trasporto indotta non appare in grado di modificare tempi medi di ritardo per veicolo o Livelli Operativi di Servizio.
Il comportamento dell'intersezione rimane stabile.

6.4.4) SS 35 Tratto centrale

La verifica del tratto rettilineo centrale della SS 35 nello stato di fatto e nello stato di progetto effettuata con il modello HCM per sezioni rettilinee ha prodotto i seguenti risultati.

singola carreggiata 2 corsie	ss 35 Centrale			
	Flussi rilevati			
Direzione	leggeri	pesanti	bus	v.equival.
Milano	662	0	0	**662**
Pavia	620	0	0	**620**
Bidirezionale	1.282	0	0	1.282
limitedi velocità: 70 km/h				
veicoli per ora per corsia	**1.600**	**Regione Lombardia**		**DGR 2005**
flusso bidirezionale max	3.200			
Banchina (larghezza m)	0,75	6		
Corsia (larghezza m)	3,50	2		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	72	4	**Regione Lombardia**	
Pendenza	0	1		**v/c**
Lunghezza livelletta Km	2,4	5	**LOS A**	**0,18**
			LOS B	**0,32**
Direzione in salita	pianura	3	**LOS C**	**0,52**
			LOS D	**0,77**
			LOS E	**>0,77**
flusso (o volume)/capacità				
v/c	0,442568			

Tabella 20: LOS sezione SS 35 centrale – Stato di Fatto

singola carreggiata 2 corsie	ss 35 centrale			
	Flussi rilevati			
Direzione	leggeri	pesanti	bus	v.equival.
Milano	702	0	0	**702**
Pavia	660	0	0	**660**
Bidirezionale	1.362	0	0	1.362
limitedi velocità: 70 km/h				
veicoli per ora per corsia	**1.600**	**Regione Lombardia**		**DGR 2005**
flusso bidirezionale max	3.200			
Banchina (larghezza m)	0,75	6		
Corsia (larghezza m)	3,50	2		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	72	4	**Regione Lombardia**	
Pendenza	0	1		**v/c**
Lunghezza livelletta Km	2,4	5	**LOS A**	**0,18**
			LOS B	**0,32**
Direzione in salita	pianura	3	**LOS C**	**0,52**
			LOS D	**0,77**
			LOS E	**>0,77**
flusso (o volume)/capacità				
v/c	0,469912			

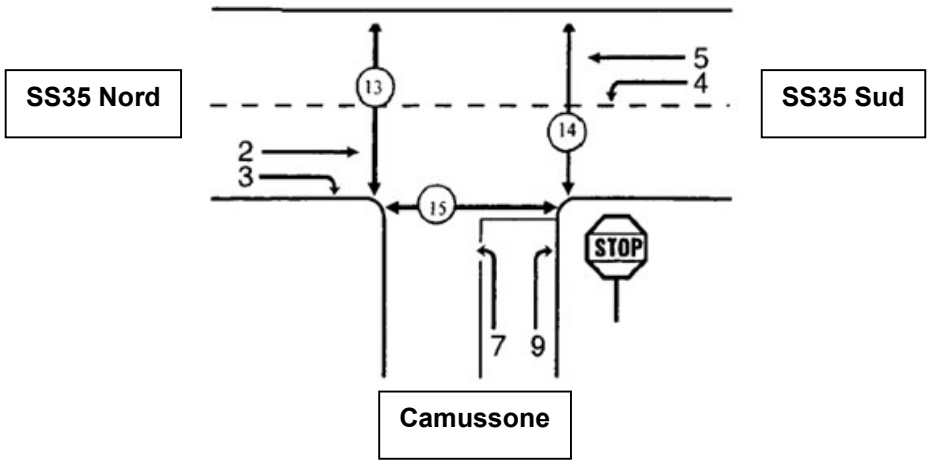
Tabella 21: LOS sezione SS 35 centrale – Stato di Progetto

Il rapporto flusso/capacità della sezione rettilinea nello stato di fatto è pari al 44,25% della capacità teorica con L.O.S. di Categoria B. Nello scenario di progetto, stimando sulla sezione un incremento di 80 veicoli/ora bidirezionali il rapporto flusso/capacità sale al 46,99% con un incremento del 2,74%. Il L.O.S. rimane invariato in categoria B.

6.4.5) Intersezione libera a raso SS 35 – via Camussone

Come nel caso precedente la verifica dell'intersezione a raso tra la SS 35 con via Camussone nello stato di fatto e nello stato di progetto è stata effettuata applicando il modello HCM per intersezioni a raso libere a tre rami.

Per il nodo, applicando il modello HCM per intersezioni libere a raso, i movimenti conflittuali sono rappresentati dalle manovre di svolte a sinistra V4,V7 e dalla manovra di immissione a destra in uscita dalla strada laterale V9.



Per lo stato di fatto il modello ci restituisce:

Calcolo intervalli critici			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	4,1	6,2	7,1
tcHV	1	1	1
pHV	0	0	0
tcpendenza	0	0,1	0,2
pendenza (i.e. 0,02)			
tLTm	0	0	0,7
t more step	0	0	1
Tempo critico	4,1	6,2	5,4

Calcolo intervalli deflusso			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	2,2	3,3	3,5
tfHV	0,9	0,9	0,9
pHV	0	0	0
T follow up	2,2	3,3	3,5

Nomi vie				
Princ.A	SS 35 dir Pavia			
Princ.B	SS 35 dir Milano			
Sec. C	Camussone			
Direzioni	dir	dx	sn	Ped

Livelli	Ritardo	
A	0	10
B	10	15
C	15	25
D	25	35
E	35	50
F	50	

Intervalli Critici [s]			
	tc		**tf**
N° tot di corsie sulla principale	2	4	
LTM (4)	4,1	4,1	2,20
RT (9)	6,2	6,9	3,30
TH ()	6,5	6,5	4,00
LTm (7)	7,1	7,5	3,50

N° tot di corsie sulla principale	**2**	selezionare
Periodo di riferimento	**1**	selezionare

Valori di riferimento HCM			
4,1	4,1	2,2	0%
6,2	6,9	3,3	0%
6,5	6,5	4,0	0%
7,1	7,5	3,5	0%
correzione tempo critico			0

Dati di flusso								Flussi conflittuali						ΣVc	Tc	Tf	Impedenze: Capacità potenziale cp	Impedenza pedoni Pp	Probabilità queue-free state P0	Fattore correzione impedenza P''	Fattore correzione impedenza P'	Fattore correzione capacità f	Capacità movimento cm	Grado di saturazione v/c	Ritardo medio d	Livello di servizio LOS
Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k.eq.	veq.																			
SS 35 dir Pavia dir	V2	625		0	625	2	625																			
SS 35 dir Pavia dx	V3	37		0	37	2	37																			
SS 35 dir Milano dir	V5	605		0	605	2	605																			
Camussone dx	V9	20		0	20	2	20	18,5	625	0	0			644	6,2	3,3	477	1,00	0,96				477	0,04	13	B
		0	0					0,5*V3	V2	V14	V15															
SS 35 dir Milano sn	V4	40		0	40	2	40	37	625	0				662	4,1	2,2	936	1,00	0,96				936	0,04	9	A
		0	0					V3	V2	V15																
Camussone sn	V7	45		0	45	2	45	625	19	80	605	0	0	1329	5,4	3,5	250	1,00		0,96	0,97	0,97	242	0,19	23	C
								V2	0,5*V3	2*V4	V5/N	V13	V15													

Tabella 22: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Camussone - Stato di Fatto

Nello stato di fatto i risultati ottenuti in termini di Saturazione (F/C), Ritardo medio (sec.) e LdS sono stati:

- Movimento V4 – Sinistra da SS 35 a Camussone: Saturazione: 3,00%, Ritardo: 9", LOS A
- Movimento V7 – Sinistra da Camussone a SS35: Saturazione: 19,00%, Ritardo: 23", LOS C
- Movimento V9 – destra da Camussone a SS35: Saturazione: 4,00%, Ritardo: 13", LOS B

Nello stato di progetto, aggiungendo la domanda di trasporto indotta, otteniamo:

Calcolo intervalli critici			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	4,1	6,2	7,1
tcHV	1	1	1
pHV	0	0	0
tcpendenza	0	0,1	0,2
pendenza (i.e. 0,02)			
tLTm	0	0	0,7
t more step	0	0	1
Tempo critico	4,1	6,2	5,4

Nomi vie				
Princ.A	SS 35 dir Pavia			
Princ.B	SS 35 dir Milano			
Sec. C	Camussone			
Direzioni	dir	dx	sn	Ped

Intervalli Critici [s]						
		tc		tf		Valori di riferimento HCM
N° tot di corsie sulla principale	2	4				
LTM (4)	4,1	4,1	2,20	4,1	4,1	2,2 0%
RT (9)	6,2	6,9	3,30	6,2	6,9	3,3 0%
TH ()	6,5	6,5	4,00	6,5	6,5	4,0 0%
LTm (7)	7,1	7,5	3,50	7,1	7,5	3,5 0%
				correzione tempo critico		0
N° tot di corsie sulla principale	**2** selezionare					
Periodo di riferimento	**1** selezionare					

Calcolo intervalli deflusso			
Movimento	**4**	**9**	**7**
tempo base	2,2	3,3	3,5
tfHV	0,9	0,9	0,9
pHV	0	0	0
T follow up	2,2	3,3	3,5

Livelli	Ritardo	
A	0	10
B	10	15
C	15	25
D	25	35
E	35	50
F	50	

Dati di flusso								Flussi conflittuali						ΣVc	Tc	Tf	Impedenze: Capacità potenziale cp	Impedenza pedoni Pp	Probabilità queue-free state P0	Fattore correzione impedenza P''	Fattore correzione impedenza P'	Fattore correzione capacità f	Capacità movimento cm	Grado di saturazione v/c	Ritardo medio d	Livello di servizio LOS
Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k eq.	veq.																			
SS 35 dir Pavia dir	V2	665		0	665	2	665																			
SS 35 dir Pavia dx	V3	37		0	37	2	37																			
SS 35 dir Milano dir	V5	645		0	645	2	645																			
Camussone dx	V9	20		0	20	2	20	18,5	665	0	0			684	6,2	3,3	452	1,00	0,96				452	0,04	13	B
		0	0					0,5*V3	V2	V14	V15															
SS 35 dir Milano sn	V4	40		0	40	2	40	37	665	0				702	4,1	2,2	905	1,00	0,96				905	0,04	9	A
		0	0					V3	V2	V15																
Camussone sn	V7	45		0	45	2	45	665	19	80	645	0	0	1409	5,4	3,5	228	1,00		0,96	0,97	0,97	221	0,20	25	D
								V2	0,5*V3	2*V4	V5/N	V13	V15													

Tabella 23: HCM Intersezioni libere – SS35 – via Camussone - Stato di Progetto

Nello stato di progetto i risultati ottenuti sono stati:

- Movimento V4 – Sinistra da SS 35 a Camussone: Saturazione: 3,00%, Ritardo: 9", LOS A
- Movimento V7 – Sinistra da Camussone a SS35: Saturazione: 20,00%, Ritardo: 25", LOS D
- Movimento V9 – destra da Camussone a SS35: Saturazione: 4,00%, Ritardo: 13", LOS B

Come nel caso precedente le variazioni previste per i Livelli Operativi di Servizio risultano minimi (+2" di ritardo medio per veicolo in uscita a sinistra da via Camussone sulla SS35 in direzione Nord) rimanendo ampiamente nel range utilizzabile per le categorie stradali considerate.

6.4.6) SS 35 tratto Sud

La verifica del tratto rettilineo centrale della SS 35 nello stato di fatto e nello stato di progetto effettuata con il modello HCM ha prodotto i seguenti risultati.

singola carreggiata 2 corsie	ss 35 Sud			
	Flussi rilevati			
Direzione	leggeri	pesanti	bus	v.equival.
Milano	645	0	0	**645**
Pavia	645	0	0	**645**
Bidirezionale	1.290	0	0	1.290
limitedi velocità: 70 km/h				
veicoli per ora per corsia	**1.600**	**Regione Lombardia**		**DGR 2005**
flusso bidirezionale max	3.200			
Banchina (larghezza m)	0,75	6		
Corsia (larghezza m)	3,50	2		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	72	4	**Regione Lombardia**	
Pendenza	0	1		**v/c**
Lunghezza livelletta Km	2,4	5	**LOS A**	**0,18**
			LOS B	**0,32**
Direzione in salita	pianura	3	**LOS C**	**0,52**
			LOS D	**0,77**
			LOS E	**>0,77**
flusso (o volume)/capacità				
v/c	0,440953			

Tabella 24: LOS sezione SS 35 Sud – Stato di Fatto

singola carreggiata 2 corsie	ss 35 Sud			
	Flussi rilevati			
Direzione	leggeri	pesanti	bus	v.equival.
Milano	685	0	0	**685**
Pavia	685	0	0	**685**
Bidirezionale	1.370	0	0	1.370
limitedi velocità: 70 km/h				
veicoli per ora per corsia	**1.600**	**Regione Lombardia**		**DGR 2005**
flusso bidirezionale max	3.200			
Banchina (larghezza m)	0,75	6		
Corsia (larghezza m)	3,50	2		
LOS atteso	E	2		
Velocità strada	72	4	**Regione Lombardia**	
Pendenza	0	1		**v/c**
Lunghezza livelletta Km	2,4	5	**LOS A**	**0,18**
			LOS B	**0,32**
Direzione in salita	pianura	3	**LOS C**	**0,52**
			LOS D	**0,77**
			LOS E	**>0,77**
flusso (o volume)/capacità				
v/c	0,468299			

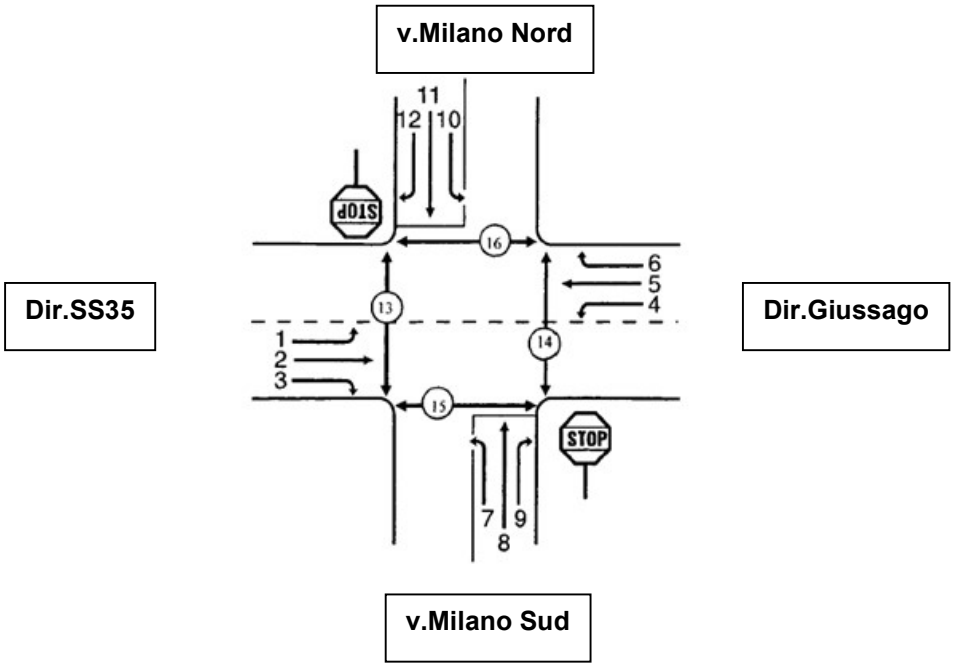
Tabella 25: LOS sezione SS 35 Sud – Stato di Progetto

Il rapporto flusso/capacità della sezione rettilinea nello stato di fatto è pari al 44,09% della capacità teorica con L.O.S. di Categoria B. Nello scenario di progetto, stimando sulla sezione un incremento

di 80 veicoli/ora bidirezionali il rapporto flusso/capacità sale al 46,82% con un incremento del 2,73%. Il L.O.S. rimane invariato in categoria B.

6.4.7) Intersezione a raso 4 rami via Milano – direttrice Giussago

La verifica del quadrivio è stata condotta utilizzando il modello per intersezioni libere a raso proposto da HCM. Lo schema dei singoli movimenti di svolta è risultato il seguente:



I risultati ottenuti per lo stato di fatto sono stati:

Calcolo intervalli critici								
Movimento	**1**	**4**	**9**	**12**	**8**	**11**	**7**	**10**
tempo base	4,1	4,1	6,2	6,2	6,5	6,5	7,1	7,1
tcHV	1	1	1	1	1	1	1	1
pHV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tcpendenza	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
pendenza (decimale, i.e. 0,02)								
tLTm	0	0	0	0	0	0	0	0
t more step	0	0	0	0	0	0	0	0
Tempo critico	4,1	4,1	6,2	6,2	6,5	6,5	7,1	7,1
Calcolo intervalli deflusso								
Movimento	**1**	**4**	**9**	**12**	**8**	**11**	**7**	**10**
tempo base	2,2	2,2	3,3	3,3	4,0	4,0	3,5	3,5
tfHV	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
pHV	0	0	0	0	0	0	0	0
T follow up	2,2	2,2	3,3	3,3	4	4	3,5	3,5

Scopri

Intervalli Critici [s]			
	tc		**tf**
N° tot di corsie sulla principale	2	4	
LTM (1; 4)	4,1	4,1	2,2
RT (9; 12)	6,2	6,9	3,3
TH (8; 11)	6,5	6,5	4,0
LTm (7; 10)	7,1	7,5	3,5

N° tot di corsie sulla principale	**2**	selezionare
Periodo di riferimento	**1**	selezionare

Dati di flusso

Nascondi

Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k eq.	veq.	ΣVc	Flussi conflittuali											Tc	Tf	Impedenze: Capacità potenziale cp	Impedenza pedoni Pp	Probabilità queue-free state P0	Fattore correzione impedenza p''	Fattore correzione impedenza p'	Fattore correzione capacità f	Capacità movimento cm	Grado saturazione di v/c	Ritardo medio d	Livello servizio di LOS
Princ.A dir	V2	47		0,00	47	2	47																							
Princ.A dx	V3	2		0,00	2	2	2																							
Princ.B dir	V5	38		0,00	38	2	38																							
Princ.B dx	V6	10		0,00	10	2	10																							
Sec. C dx	V9	3		0,00	3	2	3	48	1	47	0	0								6,2	3,3	1027	1,00	1,00				1027	0,00	9	A
									0,5*V3	V2/N	V14	V15																			
Sec. D dx	V12	7		0,00	7	2	7	43	5	38	0	0								6,2	3,3	1033	1,00	0,99				1033	0,01	9	A
									0,5*V6	V5/N	V13	V16																			
Princ.A sn	V1	8		0,00	8	2	8	48	38	10	0									4,1	2,2	1572	1,00	0,99				1572	0,01	7	A
									V5	V6	V16																				
Princ.B sn	V4	5		0,00	5	2	5	49	2	47	0									4,1	2,2	1571	1,00	1,00				1571	0,00	7	A
									V3	V2	V15																				
Sec. C dir	V8	2		0,00	2	2	2	121	1	47	16	10	38	10	0	0				6,5	4	773	1,00	1,00			0,99	766	0,00	10	A
									0,5*V3	V2	2*V1	V6	V5	2*V4	V15	V16															
Sec. D dir	V11	1		0,00	1	2	1	118	5	38	10	2	47	16	0	0				6,5	4	776	1,00	1,00			0,99	769	0,00	10	A
									0,5*V6	V5	2*V4	V3	V2	2*V1	V15	V16															
Sec. C sn	V7	5		0,00	5	2	5	121	1	47	16	5	38	10	3,5	0,5	0	0		7,1	3,5	859	1,00		0,99	0,99	0,99	847	0,01	9	A
									0,5*V3	V2	2*V1	0,5*V6	V5/N	2*V4	0,5*V1	0,5*V1	V13	V15													
Sec. D sn	V10	5		0,00	5	2	5	120	5	38	10	1	47	16	1,5	1	0	0		7,1	3,5	861	1,00		0,99	0,99	0,99	851	0,01	9	A
									0,5*V6	V5	2*V4	0,5*V3	V2/N	2*V1	0,5*V9	0,5*V6	V14	V16													

Tabella 26: HCM Intersezioni libere a quattro rami – Via Milano – dir. Giussago – Stato di Fatto

Mentre per lo Scenario di Progetto:

Calcolo intervalli critici								
Movimento	**1**	**4**	**9**	**12**	**8**	**11**	**7**	**10**
tempo base	4,1	4,1	6,2	6,2	6,5	6,5	7,1	7,1
tcHV	1	1	1	1	1	1	1	1
pHV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
tcpendenza	0	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
pendenza (decimale, i.e. 0,02)								
tLTm	0	0	0	0	0	0	0	0
t more step	0	0	0	0	0	0	0	0
Tempo critico	4,1	4,1	6,2	6,2	6,5	6,5	7,1	7,1
Calcolo intervalli deflusso								
Movimento	**1**	**4**	**9**	**12**	**8**	**11**	**7**	**10**
tempo base	2,2	2,2	3,3	3,3	4,0	4,0	3,5	3,5
tfHV	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
pHV	0	0	0	0	0	0	0	0
T follow up	2,2	2,2	3,3	3,3	4	4	3,5	3,5

Scopri

Intervalli Critici [s]			
		tc	**tf**
N° tot di corsie sulla principale	2	4	
LTM (1; 4)	4,1	4,1	2,2
RT (9; 12)	6,2	6,9	3,3
TH (8; 11)	6,5	6,5	4,0
LTm (7; 10)	7,1	7,5	3,5
N° tot di corsie sulla principale	**2** selezionare		
Periodo di riferimento	**1** selezionare		

Dati di flusso

Movimento	V	legg.	pes.	% pes	TOTALE	k.eq.	veq.	ΣVc	Flussi conflittuali	Tc	Tf	Impedenze: Capacità potenziale cp	Impedenza pedoni Pp	Probabilità queue-free state P0	Fattore correzione impedenza p''	Fattore correzione impedenza p'	Fattore correzione capacità f	Capacità movimento cm	Grado di saturazione v/c	Ritardo medio d	Livello di servizio LOS
Princ.A dir	V2	47		0,00	47	2	47		Nascondi												
Princ.A dx	V3	88		0,00	88	2	88														
Princ.B dir	V5	38		0,00	38	2	38														
Princ.B dx	V6	10		0,00	10	2	10														
Sec. C dx	V9	3		0,00	3	2	3	91	44 47 0 0 0,5*V(V2/N V14 V15	6,2	3,3	972	1,00	1,00				972	0,00	9	A
Sec. D dx	V12	7		0,00	7	2	7	43	5 38 0 0 0,5*V(V5/N V13 V16	6,2	3,3	1033	1,00	0,99				1033	0,01	9	A
Princ.A sn	V1	8		0,00	8	2	8	48	38 10 0 V5 V6 V16	4,1	2,2	1572	1,00	0,99				1572	0,01	7	A
Princ.B sn	V4	5		0,00	5	2	5	135	88 47 0 V3 V2 V15	4,1	2,2	1462	1,00	1,00				1462	0,00	7	A
Sec. C dir	V8	2		0,00	2	2	2	164	44 47 16 10 38 10 0 0 0,5*V(V2 2*V1 V6 V5 2*V4 V15 V16	6,5	4	732	1,00	1,00			0,99	725	0,00	10	A
Sec. D dir	V11	1		0,00	1	2	1	204	5 38 10 88 47 16 0 0 0,5*V(V5 2*V4 V3 V2 2*V1 V15 V16	6,5	4	696	1,00	1,00			0,99	689	0,00	10	B
Sec. C sn	V7	49		0,00	49	2	49	164	44 47 16 5 38 10 3,5 0,5 0 0 0,5*V(V2 2*V1),5*V(V5/N 2*V4 ,5*V1 ,5*V1 V13 V15	7,1	3,5	805	1,00		0,99	0,99	0,98	793	0,06	10	A
Sec. D sn	V10	5		0,00	5	2	5	163	5 38 10 44 47 16 1,5 1 0 0 0,5*V(V5 2*V4),5*V(V2/N 2*V1),5*V( ),5*V(V14 V16	7,1	3,5	807	1,00		0,99	0,99	0,99	797	0,01	10	A

Tabella 27: HCM Intersezioni libere a quattro rami – Via Milano – dir. Giussago – Scenario di Progetto

La ridotta domanda di trasporto attuale che impegna l'intersezione e la modesta entità della domanda indotta determina un livello generare di prestazione (LdS) di categoria A con tempi di ritardo per veicolo inferiori ai 10". Ne consegue il mantenimento dei livelli di LdS con la sola eccezione del movimento V11 (attraversamento della strada in direzione Giussago) che passa da LdS A a LdS B con + 1.0" di tempo perso per veicolo.

7) CONCLUSIONI

Lo studio di impatto viabilistico ha sviluppato le analisi relative agli effetti sul sistema viario derivanti dalla localizzazione di un nuovo Data Center all'altezza della Località Giovenzano sul territorio del Comune di Velezzo Bellini (PV).

Lo studio è stato organizzato per ottemperare alle Prescrizioni ricevute dagli Uffici competenti della Provincia di Pavia in fase di Istruttoria della procedura Autorizzativa.

Per *questo* le verifiche condotte sono state suddivise in due capitoli principali:

1. Verifica dell'impatto sulla viabilità in fase di cantierizzazione;

2. Verifica dell'impatto sulla viabilità in fase di esercizio.

Per il primo punto, isolate le principali attività di cantiere influenti sulla viabilità (*movimenti terra*), sono stati verificati percorsi e frequenze dei mezzi d'opera impegnati in rapporto alla domanda di trasporto che coinvolge la viabilità pubblica.

Per il secondo punto le verifiche di compatibilità sono state condotte definendo il *"peso" della componente traffico dell'intervento"* nello stato di fatto e creando uno scenario di traffico nello stato di progetto.

Per la ***Fase di Cantierizzazione*** una volta individuate le quantità di movimentazione materiali in uscita e gli impianti di conferimento per il materiale per cui è previsto il riutilizzo o le discariche del materiale considerato come rifiuto, sono stati analizzati percorsi e frequenze.

Dalle osservazioni contenute nel Capitolo 5 "Interferenze in fase di cantierizzazione", considerando un arco temporale di 365 giorni, è stata stimate una frequenza di 10 viaggi/giorno in ingresso e in uscita con un picco di 2 viaggi/ora durante gli intervalli di punta. Valori molto contenuti che non risultano rilevabili durante l'applicazione dei modelli quantitativi in ambito trasportistico.

L'analisi dei percorsi stradali dal sito di scavo ai punti di conferimento ha evidenziato un utilizzo di archi stradali appartenenti alla sola gerarchia superiore (tratti Autostradali, Strade Statali e Strade Provinciali) limitando eventuali interferenze con i centri urbani alle sole tangenziali.

Per la ***Fase di Esercizio*** nella tabella successiva sono messi a confronto i valori del rapporto Flusso/Capacità e dei tempi di ritardo definiti per i singoli movimenti di svolta nello stato di fatto e nello scenario di progetto.

Nella tabella successiva lo scenario di traffico attuale (T0) e lo scenario di progetto (T1) messi a confronto

		STATO DI FATTO				SCENARIO DI PROGETTO				
IDENTIFICAZIONE	MOVIMENTO	V/C (%)	RISERVA CAPACITA' (%)	RITARDO MEDIO (SEC.)	L.O.S.	V/C (%)	RISERVA CAPACITA' (%)	RITARDO MEDIO (SEC.)	L.O.S.	Var. parametri (%)
SS 35 TRATTO NORD	Rettilineo flusso bidirezionale	44,97	55,03		B	47,60	52,40		B	**2,63**
ROT.SS 35 - DIR. GIUSSAGO	Ramo 1 SS 35 NORD	46,00	54,00		B	50,00	50,00		B	**4,00**
	Ramo 2 AREA SOSTA GALBUSERA	11,00	89,00		A	11,00	89,00		A	**0,00**
	Ramo 3 SS 35 SUD	45,00	55,00		B	49,00	51,00		B	**4,00**
	Ramo 4 DIRETTRICE GIUSSAGO	5,00	95,00		A	11,00	89,00		A	**6,00**
INT. SS 35 - OSTERIETTE	V4 SN SS 35 - OSTERIETTE	3,00	97,00	9,00	A	3,00	97,00	9,00	A	**0,00**
	V7 SN OSTERIETTE - SS 35	12,00	88,00	21,00	C	13,00	87,00	23,00	C	**1,00**
	V9 DS OSTERIETTE - SS 35	5,00	95,00	13,00	B	5,00	26,00	13,00	B	**0,00**
SS 35 TRATTO CENTRALE	Rettilineo flusso bidirezionale	44,25	55,75		B	46,99	53,01		B	**2,74**
INT. SS 35 - CAMUSSONE	V4 SN SS 35 - CAMUSSONE	3,00	97,00	9,00	A	3,00	97,00	9,00	A	**0,00**
	V7 SN CAMUSSONE - SS 35	19,00	81,00	23,00	C	20,00	80,00	25,00	D	**1,00**
	V9 DS CAMUSSONE - SS 35	4,00	96,00	13,00	B	4,00	96,00	13,00	B	**0,00**
SS 35 TRATTO SUD	Rettilineo flusso bidirezionale	44,09	55,91		B	46,82	53,18		B	**2,73**
INT. VIA MILANO - DIR. GIUSSAGO	MOVIMENTO V1			9,00	A			9,00	A	**0,00**
	MOVIMENTO V4			9,00	A			9,00	A	**0,00**
	MOVIMENTO V7			7,00	A			7,00	A	**0,00**
	MOVIMENTO V8			7,00	A			7,00	A	**0,00**
	MOVIMENTO V9			10,00	A			10,00	A	**0,00**
	MOVIMENTO V10			10,00	A			10,00	A	**0,00**
	MOVIMENTO V11			9,00	A			11,00	B	**2,00**
	MOVIMENTO V12			9,00	A			10,00	A	**1,00**
										0,00

	V/C (%)	RISERVA CAPACITA' (%)	V/C (%)	RISERVA CAPACITA' (%)
Media rete:	20,45	72,41	22,17	65,76

Tabella 28: confronto dei Livelli Operativi di Servizio nello stato di fatto e nello scenario di progetto

In generale, nello stato di fatto, la saturazione media della rete risulta essere del 20,45% contro il 22,17% dello scenario di progetto con un incremento del 1,72%. Nel dettaglio, i valori dei parametri significativi nella definizione dei movimenti conflittuali rimangono costanti o subiscono una variazione compresa tra l'1.00% e il 6.00% evidenziando come la modesta quantità di traffico indotto non appare in grado di modificare i livelli prestazionali della rete viaria.